

# MATERIA

3-2023 | Heinäkuu

GEOLOGIA  
KAIVOS  
LOUHINTA  
RIKASTUS  
PROSESSIT  
METALLURGIA  
MATERIAALIT

JO 80 VUOTTA VUORITEOLLISUUDEN ASIALLA





**AGNICO EAGLE**  
KITTILÄN KAIVOS

# VASTUU HYVÄSTÄ TULEVAISUUDESTA

Menestymme yhdessä lappilaisten kanssa.  
Siksi panostamme vahvasti koko yhteisöön –  
työntekijöihin, sidosryhmiin ja alueeseen.  
Meistä on tullut toisillemme tärkeitä.

**SITOUDEMME LUOMAAN YHDESSÄ VALOISAA HUOMISTA  
MYÖS TULEVINA VUOSIKYMMENINÄ.**

 @AgnicoEagleFinland  @AgnicoFinland

[www.agnicoeagle.fi](http://www.agnicoeagle.fi)



30

## MATERIA 3 – 2023 | HEINÄKUU



48

- 5 Lukijalle **Kari Pienimäki**
- 7 Pääkirjoitus: **Saku Vuori**: Uusia löytöjä, kyllä kiitos!
- 8 **Janna Riikonen**: Malminetsintä ja luonnon monimuotoisuus
- 11 **Juhani Ojala, Hannu Makkonen**: Avoin geodata on yksi konkreettinen vastaus EU:n asetukseen kriittisten raaka-aineiden turvatun ja kestävä tarjonnan varmistamiseksi
- 13 **Kristina Karvonen**: METSO-hankkeessa kehitetään malminetsinnän ja -tutkimuksen osaamista
- 17 **Kristina Karvonen, Pertti Sarala**: Indika Au – liikuteltava indikaattorimineraalien tutkimusyksikkö Lapin kultamaille
- 20 **Isabela Ion, Miia Mikkonen, Markku Pirttijärvi, Jari Saartenoja**: Projektirahoitukset tuotekehityksen tukena pitävät Radain innovaatiot geofysikaalisten lennokkimittausten kehityksen kärjessä
- 22 **Daniela Vesterbacka**: Analyysilaboratorion toiminta malminetsinnässä ja kaivostoiminnassa
- 25 **Hanna Nykänen, Jussi Nousiainen, Sami Ylönen**: Kittilän kaivoksella kohti reaaliaikaista kaivospatojen seurantaa
- 28 **Jouni Jaakola, Hannu Ahola**: Työturvallisuus malminetsinnän kenttätöissä
- 30 **Aleksi Autti**: Syvät kairareiät
- 32 **Mari Boren**: Käyttökelpoisen kiviaineksen saanti ja kierrätys suurimmat haasteet kiviainesteollisuudessa
- 37 **Nikolaos Apeiranthitis, Lorenza Sardisco, Johanna Tepsell**: Characterization of unconventional lithium deposits - A case study using XRD, FTIR and LIBS for quantitative Li analysis
- 44 **Jussi Lähde**: Latitude 66 Cobalt etsii Euroopalle kobolttia
- 48 **Karita Häkkinen**: Koulutetut koirat työmaarajähteiden etsinnässä



32

- 50 **Johanna Alitalo:** Maailman parhaat kairasydänlaatikot
- 53 **Elina Huttunen-Saarivirta, Vilma Ratia-Hanby, Pekka Pohjanne:** Materiaalit vihreän siirtymän mahdollistajina
- 57 **Julia Alajoki, Sipi Seisko, Mari Lundström:** Li carbonate and hydroxide products and their purities
- 64 **Tuomo Tiainen:** Metallinjalostuspäivät: Perinne jatkuu koronan jälkeen
- 71 **Villiina Ikäheimo, Miikka Marjakoski, Iina Vaajamo, Ville-Valtteri Visuri:** Metallurgijaoston kevätseminaari 2023
- 73 **Arttu Saikkonen, Tessa Finnholm, Claus Enckell:** Pohjolan pitojen rikastama Kotimaan pitkä
- 75 DIMECC on-line: **Kaisa Kaukovirta:** Pk-yritykset saavat digitalisaation kiihdyttämiseen tukea myös EU:sta
- 76 Kolumni: **Pertti Voutilainen:** Uusi maailmanjärjestys
- 77 Metallinjalostajat: **Kimmo Järvinen:** Mitä ihmettä? Ranska ehdottaa säätelyn vähentämistä ja Saksa kiinteää teollisuuden sähkön hintaa 2030 asti?
- 79 Kaivosteollisuus: **Pekka Suomela:** Kiertotalous muuttaa jätteet raaka-aineiksi
- 79 Kaivosteollisuus: **Linda Smids:** Tervehdys kaivosteollisuuden uudelta lisävahvistukselta!
- 80 Euroopan ytimessä: **Hanna Juntila:** Open Innovation – Ideoiden jakamisesta lisää tuottavuutta
- 82 Pakina: **Tuomo Tiainen:** Alkuaine vanadiinin sähköiset seikkailut
- 84 Pääsihteeriltä: **Ted Nuorivaara**
- 84 Toimihenkilöt

## Ilmoittajamme tässä lehdessä

AA Sakatti Mining .....	72
Agnico Eagle Finland Oy .....	2.kansi
Arctic Drilling Company Oy .....	3
Astrock Oy .....	12
Atlas Copco .....	3
Aurubis Finland Oy .....	78
Blastershouse Oy .....	72
Boliden .....	43
Brenntag Nordic Oy .....	84
ContiTech Finland Oy .....	63
Epiroc Finland Oy Ab .....	3.kansi
Erimek Oy .....	78
Eurofins Mineral Testing Oy .....	72
Feasib Oy .....	52
FinMeas Oy .....	27
GRM-services Oy .....	43
Oy KATI Ab .....	52
Miilux Oy .....	42
Metallinjalostajien rahasto .....	63
Metso .....	56
Nordkalk Oy Ab .....	4
Orica Oy .....	52
Palsatech .....	52
Roxia .....	4
Sandvik .....	6
Sibelco Nordic Oy Ab .....	24
Suomen TPP /Masino .....	24
Tapojärvi/Hannukainen .....	19
Valmet Flow Control Oy .....	36
WEIR ECCO .....	78
Weir Minerals Oy .....	takakansi
Yara .....	83

# REACH THE SET TARGET WITH DIRECTIONAL CORE DRILLING

ADC can provide the total drilling package, from the hole and branch planning to the highly skilled drillers – no extra contractors needed.

- ✔ HIGHLY ACCURATE
- ✔ MINIMAL ENVIRONMENTAL IMPACT
- ✔ CERTIFIED QUALITY
- ✔ SAFETY EXCELLENCE
- ✔ COST-EFFECTIVE DRILLING
- ✔ EFFICIENT TECHNOLOGY



**Arctic Drilling Company Ltd.**  
Call us +358 40 511 2289 or  
visit [www.adcltd.fi](http://www.adcltd.fi)

SEE THE RIGS  
IN ACTION  
[WWW.ADCLTD.FI](http://WWW.ADCLTD.FI)

Tapaamme Maxpossa: A131!

*Atlas Copco*

## Sähkökoneiden aika = Tarvetta energiavaroille?

Monet etsivät kestäviä ratkaisuja työmailleen. Tässä voimme auttaa: ZenergiZe energian varastoinnissa. Niitä voidaan ladata esimerkiksi aurinkoenergialla, tuulienergialla tai kantaverkolla, minkä jälkeen energia voidaan helposti siirtää työmaalle, mutta myös kauemmas. Energiavara-asto voidaan varustaa myös pikalaturilla. Lisäksi tarjoamme erilaisia sähkökompressoreita, valomastoja ja pumppuja asiakkaiden tarpeisiin. Ota yhteyttä Power Techniqueen, niin kerromme lisää.

[atlascopco.com](http://atlascopco.com)

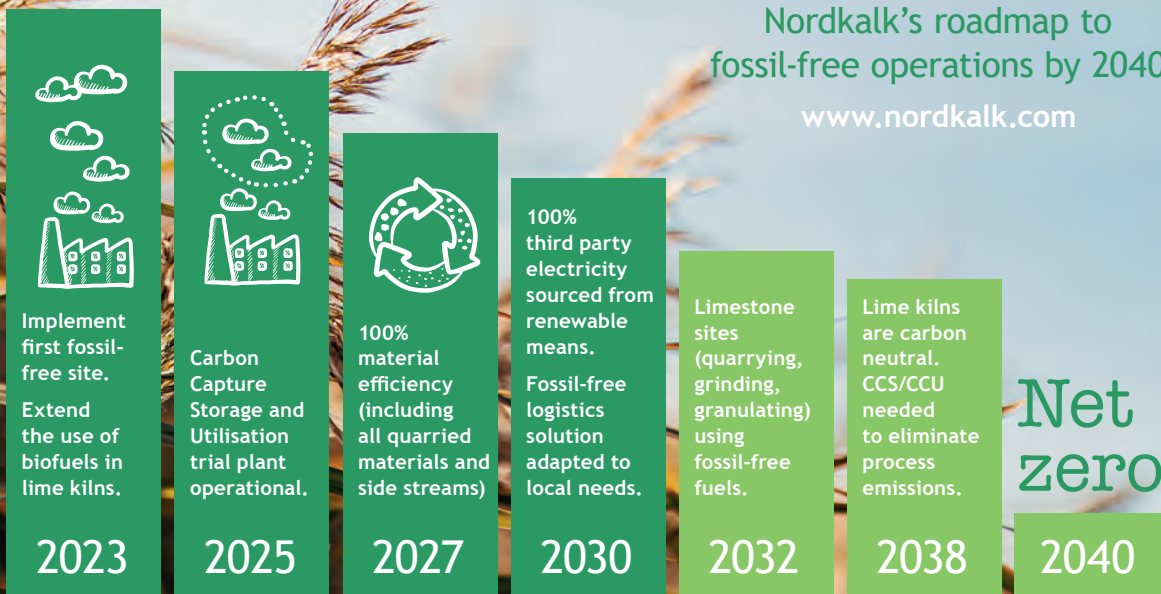


# Nordkalk

## #eLIMEnate

Nordkalk's roadmap to fossil-free operations by 2040

[www.nordkalk.com](http://www.nordkalk.com)



# ROXIA

PERFORMANCE — DRIVEN BY PEOPLE

## Yhteistyö, avain menestykseen!

### PAINESUODATTIMIEN HUOLTOPALVELUT:

- × varaosat: OEM-laatu ja nopeat toimitukset
- × huoltokartoitukset, huollot ja tekninen tuki
- × modernisoinnit ja laajennukset
- × käyttö- ja kunnossapitokoulutukset



Ota yhteyttä ja tilaa huoltokartoitus!

+358 40 860 4720

[info@roxia.com](mailto:info@roxia.com)

[www.roxia.com](http://www.roxia.com)

# Etsivä löytää!

Arvoisa lukija! Malminetsintää on maassamme harjoitettu jo satoja vuosia ja niin kutsuttuja ”kansannäytteitä” on kerätty jo 1700-luvulta asti. GTK:n kansannäytetoimisto on vastaanottanut niitä yli miljoonan kappaleen verran sekä palkinnut parhaimmat löydökset. Eipä ihme, sillä maaperämme sattuu olemaan mineraalivarannoiltaan yksi maailman eksoottisimmista ja rikkaimmista keskittymistä. Nämä kyseiset näytteet ovat osaltaan johdattaneet maamme erääksi maailman ykkösistä monella tekniikan alalla.

Tähän Materia-lehteen olemme koonneet juttuja erityisesti nykypäivän malminetsintää silmällä pitäen. Nykyisin malminetsintään ovat tulleet mukaan mm. itsestään lentävät ja navigoivat dronet, mobiilianalysointivälineet, räjähdekoirat sekä liikuteltavat tutkimusyksiköt. Voin hyvällä omallatunnolla yhtyä Tuomon mielipiteeseen, jonka mukaan ”tästä lehdestä tuli hyvä malminetsintänumero”. Toivottavasti myös alan varsinaiset toimijat löytävät lehdestä kattavan koosteen aiheesta.

Lehden artikkeleita lukiessa malminetsintä alkaa mielikuvissa muistuttaa hieman Indiana Jones-, Gold- ja James Bond -elokuvien yhdistelmää. Vastaan tulee eksoottisia maisemia, raitista ulkoilmaa, syväkairausta, viimeisintä teknologiaa sekä haastavia tilanteita, joista älykäs selviytyy. Karita Häkkisen kirjoitus räjähdekoirista on sympaattinen. Toivottavasti henkilöstöstäkin pidetään alalla yhtä hyvää huolta kuin näistä viattomista luontokappaleista.

Artikkeleista ilmenee myöskin maailman sähköistymisen ja vihreän siirtymän mukanaan tuoma positiivinen ongelma eli työvoimatarpeen lisääntyminen sekä alan koulutuksen tarve, erityisesti maamme pohjoisilla muuttotappioalueilla. Kristiina Karvosen artikkeli METSO-hankkeesta valottaa, miten osaavan työvoiman saatavuusongelmaan pyritään osaltaan vastaamaan.

Hanna Nykäsen, Jussi Nousiainen ja Sami Ylösen artikkeli reaaliaikaisesta kaivospatojen seurannasta on varsin asiallista luettavaa. Juuri



SERGEI BEREZIN

pato-onnettomuudet ovat aiheuttaneet suuren osan kaivosalan mainehaitoista. Mari Borénin artikkeli käyttökelpoisen kiviaineksen saannista ja kierrätyksestä avaa silmiä sille, miten helpolta näyttävä asia saattaa pitää sisällään yllättäviä haasteita, kun mennään riittävän syvälle yksityiskohtiin.

Mielipide-palstalle saatiin mielenkiintoinen ja hyvin perusteltu kannanotto Juhani Ojalalta sekä Hannu Makkoselta geodatan avaamisen hyödyistä.

Malminetsintään liittyvien juttujen lisäksi lehdesä on myös hieman muutakin:

Elina Huttunen-Saarivirta, Vilma Ratia-Hanby ja Pekka Pohjanne VTT:ltä kertovat lehdesä, missä mennään MATERIALS for CO<sub>2</sub>-neuTral processes (MASCOT) -projektissa. Artikkelissa kuvataan mielenkiintoisesti, millaisia haasteita vetytalouteen siirtyminen tuo mukanaan materiaalikehityksen saralla sekä millaisilla aihealueilla projektissa mukana olevat yritykset toimivat.

Lisäksi lehdesä on erittäin kattava Julia Alajoen, Sipi Seiskon ja Mari Lundströmin artikkeli: ”Li carbonate and hydroxide products and their purities”. Se valottaa syvällisesti, mitä kaikkea on kokeiltu litium-ionipatterien kierrätyksen ja talteensaantien tutkimuksen ympärillä sekä millaisia tuloksia on saatu aikaan.

Löytyypä lehdestä vähän kevyempään luettavaa kuten Villiina Ikäheimon, Miikka Marjakosken, Iina Vaajamon ja Ville-Valterin Visurin katsaus Metallurgijaoston kevätseminaariin 2023 sekä Arttu Saikkosen, Tessa Finnholmin ja Claus Enckellin kirjoittama: ”Pohjolan pitojen rikastama Kotimaan pitkä”.

Luonnollisesti mukana ovat vielä Tuomon kattava referaatti Metallinjalostuspäiviltä, pakina sekä muut vakiopalstojen jutut.

Nautinnollisia lukuhetkiä – toivon mukaan aurinkoisissa merkeissä! ▲

KARI PIENIMÄKI  
PÄÄTOIMITTAJA

## MATERIA

**JULKAISIJA / PUBLISHER** Vuorimiesyhdistys – Bergsmannaföreningen r.y. 81. vuosikerta ISSN 1459-9694 www.vuorimiesyhdistys.fi | LEVIKKI n. 4000 kpl **MATERIA-LEHTI** kattaa teknologian alueet geofysiikasta ja geologiasta lähtien ml. kaivos- ja prosessitekniikka ja metallurgia sekä materiaalien valmistus ja materiaalitekniikan erilaiset sovellutukset. Osa lehden artikkeleista painottuu alan ja yritysten ajankohtaisiin asioihin. Tiede & tekniikka -osa keskittyy tutkimuksen ja kehitystyön tuloksiin. Materia magazine covers all areas of technology in the mining and metallurgical field, from geology and geophysics to mining process technology, metallurgy, manufacturing and various materials technology applications. Part of the magazine focuses on what's happening in the field and the companies involved while the R&D section concentrates on the results of research and development. | **VAST. PÄÄTOIMITTAJA / EDITOR IN CHIEF** DI Kari Pienimäki 040 527 2510 Metso Outotec kari.pienimaki@mogroup.com | **PÄÄTOIMITTAJA / DEPUTY EDITOR IN CHIEF** DI Ari Oikarinen 050 568 9884 ari.e.oikarinen@gmail.com | **TOIMITUSSIHTEERI / MANAGING EDITOR** DI Leena K. Vanhatalo 050 383 4163 leena.vanhatalo@vuorimiesyhdistys.fi | **ERIKOISTOIMITTAJAT / SPECIALISTS** TKT, prof.(emer.) Tuomo Tiainen 050 439 6630 tuomo.j.tiainen@gmail.com | **TOIMITUSNEUVOSTO / EDITORIAL BOARD** DI Liisa Haavanlammi pj / 040 864 4541 liisa.haavanlammi@gmail.com, DI Sini Anttila Northvolt AB 040 709 1776 sini.anttila@northvolt.com, Professori (associate) Ari Jokilaakso 050 313 8885 ari.jokilaakso@gmail.com, TKT Miia Kiviö Aurubis Finland Oy 040 641 6529 m.kivio@aurubis.com, DI Mauri Kostiainen 040 963 8798 mauri.kostiainen@lux.fi, DI Jannis Mikkola 040 747 9670 jannis.mikkola@sitowise.com, DI Tommi Sappinen 040 776 8470 tommi.sappinen@gmail.com, DI Arto Suokas Boliden Kevitsa Oy 0400 91 88 50 arto.suokas@gmail.com, Matti Vaajamo 044 544 9385 matti.vaajamo@gmail.com, DI Pia Voutilainen 040 590 0494 pia.voutilainen@cupori.com, Scandinavian Copper Development Ass. | **OSOITTEENMUUTOKSET & TILAUKSET / CHANGES OF ADDRESS & SUBSCRIPTIONS** Leena K. Vanhatalo 050 383 4163 leena.vanhatalo@vuorimiesyhdistys.fi, **VMY:n jäsenistö myös verkkosivujen jäsenrekisterin kautta.** **PAINO/ PRINTING HOUSE** Lehtisepät Oy, Lahti | **TAITTO** Risto Mikander, Mediasepät Studio | **KANSI** Yara Siilinjärven kaivos | **KUVA** Leena K. Vanhatalo

### Article deadline

Artikkelien aineistopäivä ja Ilmoitustilavaraukset  
Article and Booking ads deadline  
4/2023 11.9.  
5/2023 20.11.

Ilmestymispäivä/  
Published  
4/2023 20.10.  
5/2023 29.12.

Ilmoitusmyynti / Ad Marketing  
DI Satu Honkanen, Tmi SatUp  
040 560 2926, satulhonkanen@gmail.com



# LEOPARD™ DI650i AUTOMAATION EDELLÄKÄVIJÄ

## AUTONOMISEN PORAUKSEN AIKAKAUSI ON ALKANUT

Leopard™ DI650i -uppoporauslaite tarjoaa tuotantoporaukseen pitkäaikaisen tuottavuuden, skaalautuvan automaation ja edistykselliset teknologiaratkaisut. Ylivertainen polttoainetaloudellisuus, järeät pääkomponentit ja helppo huollettavuus tekevät Leopard™ DI650i:stä kokoluokkansa edelläkävijän.

Käänteentekevä porausteknologia on käytössäsi hiljaisessa iCab-ohjaamossa tai etäoperoinnissa - valinta on sinun.

LUE LISÄÄ



[ROCKTECHNOLOGY.SANDVIK/FI](https://rocktechnology.sandvik.fi)





## Uusia löytöjä, kyllä kiitos!

Geotieteiden yliopistokoulutukseen hakeneiden määrä Suomessa on kasvanut tasaisesti viimeisten neljän vuoden ajan. Tämä suunta on vastakkainen kotimaisten matemaattis-luonnontieteellisten tiedekuntien hakijamäärien yleiselle kehitykselle. Uusilta opiskelijoilta kysyttäessä yksi alan valintaan vaikuttanut motivaatiotekijä on ollut ajankohtaisuus ilmastonmuutokseen ja luonnonvarojen käyttöön liittyen. Medianäkyvyys energiasiirtymän materiaaliarpeista on kasvanut ja parantanut yleistä tietoisuutta ja mitä ilmeisimmin myös kiinnostusta hakeutua aloille, jotka tuottavat ratkaisuja käsillä oleviin energiasiirtymän haasteisiin. Yksi näistä haasteista on nopeasti kasvava ja monipuolistuva materiaalien kysyntä, johon pyritään vastaamaan esimerkiksi EU:n komission esittämällä kriittisten raaka-aineiden säädöksellä.

Jäsenvaltioita velvoittavia raaka-aineiden saantia parantavia toimia on säädöksessä suunniteltu niin malminetsintään, kaivostoimintaan, kierrätykseen kuin jalostukseenkin.

Olisinko uskonut vielä pari vuotta sitten, että komissio ehdottaa jokaiselle jäsenvaltiolle kansallista malminetsintäohjelmaa, joka sisältää kallioperäkartoitusta, geokemiallista tutkimusta, geofysikaalisia mittauksia ja olemassa olevan tiedon uudelleen arviointia? En. Enkä olisi arvellut heidän tuntevan kovin hyvin esimerkiksi geokemia-termiä. Jos komission ehdotus hyväksytään esitetyssä muodossa, syntyy mielestäni selvä tarve kutsua työ- ja elinkeinoministeriön johdolla koolle keskeiset alan yksityiset ja julkiset toimijat rakentamaan Suomelle tuloksellinen toimeenpanon malli.

Malli itsessään ei kuitenkaan malmeja löydä. Tarvitaan uutta tietoa kallioperästä ja pitkäjänteistä työtä malminmuodostusprosessien sekä mineraalisysteemien paremmaksi ymmärtämiseksi. Geokemian ja geofysiikan sekä tiedon tulkinnan menetelmäkehitys, lennokkien käyttö ja tekoälyn hyödyntäminen ovat kehitysas-



kelia, jotka tukevat etsinnän edellytyksiä onnistua. Useiden kymmenien miljoonien eurojen vuotuisista malminetsintäpanostuksista huolimatta edellisestä energiasiirtymän kannalta merkittävästä metallimalmiödydystä Suomessa on kohta jo viisitoista vuotta. Sakattia edeltävä löytö taas menee pitkälle viime vuosituhannen puolelle (Kevitsa v. 1987).

Vaikka energiasiirtymän edellyttämä uusiutuvan energian tuotanto, siirtäminen ja varastointi tulevat vaatimaan paljon materiaaleja maailmanlaajuisesti, tarvittavat määrät eivät ole läheskään yhtä suuria kuin muiden kuluttamiemme uusiutumattomien luonnonvarojen. Maailmanpankin arvion mukaan tarvitsemme kertaluontoisesti 3 miljardin tonnin suuruisen määrän metalleja ja mineraaleja siirtyäksemme vähähiiliseen energiajärjestelmään. Nyt käytäm-

me vuosittain noin 15 miljardia tonnia kivihiiltä, öljyä ja kaasua (kaasu öljykvivalenteiksi tonneiksi muutettuna). Nämä fossiiliset tonnit karkaavat myös pitkälti kiertotalouden piiristä taivaalle.

Energiasiirtymä on käytännössä materiaalsiirtymä fossiilisista polttoaineista kierrätettäviin mineraaleihin ja metalleihin. Muutos on tervetullut, varsinkin kun siihen onnistutaan yhdistämään investoinnit Suomeen ja kestävät käytänteet uusien materiaalien tuotannossa kattaen etsinnän, kaivamisen, rikastuksen, jalostuksen ja kierrätyksen. Tuotannon kasvattamisen pariksi tarvitaan keinoja taittaa kysynnän kasvua esimerkiksi materiaalitehokkuuden, teknologiakehityksen ja muuttuvien kulutustottumusten avulla. Uusien malmien löytämisen tarve kuitenkin säilyy. Siinä meillä on vielä työskarkaa. ▲

SAKU VUORI  
JOHTAJA, TIEDE JA INNOVAATIOT  
GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS



# Malminetsintä ja luonnon monimuotoisuus

**L**uontokatoon ja luonnon monimuotoisuuden vaalimiseen on havahduttu kaikkialla yhteiskunnassa. Niinpä myös malminetsinnän luontovaikutuksiin kohdistuu yhä tiukkenevia vaatimuksia. Muuttuva lainsäädäntö, etunenässä kesäkuun 2023 alussa voimaan astuneet kaivoslain uudistus sekä uusi luonnonsuojelulaki, asettavat tiettyjä rajoituksia. Jatkossa malminetsintä on kokonaan kiellettyä kansallispuistoissa ja luonnonpuistoissa, ja muilla luonnonsuojelualueilla sitä säädellään entistä tiukemmin. EU:n laajuiseen Natura 2000 -verkostoon kuuluvia alueita koskevat omat vaatimuksensa.

Vaikutukset luontoon on kuitenkin otettava huomioon kaikkialla, ei ainoastaan eri tavoin suojelluilla alueilla. Luontokadon on ymmärretty olevan ihmiskunnan kohtalonkysymys, ja kaiken ihmistoiminnan on mukauduttava siihen, että luontokadon pahentamista vältetään.

Toisaalta kestävyysmurros ja siirtyminen fossiilisista energianlähteistä uusiutuvan sähkön käyttöön vaativat valtavasti materiaaleja, joita ei ole saatavissa muutoin kuin kaivoksista. Jotta nämä uudet raaka-ainetarpeet voidaan tyydyttää, on malmien etsiminen ja löytäminen tulevaisuudessakin välttämätöntä.

## Muuttuva lainsäädäntö

Marinin hallitus sai loppusuorallaan läpi päätökset kaivoslain (621/2011) muutoksista ja uudesta luonnonsuojelulaista (9/2023). Kumpaankin lainsäädäntöhankkeeseen kohdistui tiukkaa kritiikkiä niin malminetsintää vastustavilta tahoilta kuin alan sisältäkin.

23.3.2023 hyväksytty laki kaivoslain muuttamisesta (505/2023) astui voimaan 1.6.2023. Muutoksia tuli mm. lain pykälisiin 6 ja 11. Kuudes pykälä määrää kaivoslain mukaisen toiminnan yleisistä periaatteista. Uusi 4e) alakohta määrää erityisesti, että toiminnassa niin pitkälle kuin mahdollista ...

vältetään vahingollisia ympäristövaikutuksia. Pykälä kuusi aiemmassa muodossaan on jo määrännyt estämään haitallisten vaikutusten syntymistä, mutta uudessa alakohdassa korostetaan siis erityisesti ympäristövaikutuksia. 11. §:ssä säädetään malminetsinnän kielletyistä seurauksista. Malminetsintäluoppa ei voida myöntää, mikäli jokin 11. §:n seurauksista olisi odotettavissa. Pykälään on lisätty uusi alakohta 6) joka kieltää aiheuttamasta muuta merkittävää vahingollista ympäristövaikutusta. Todennäköisesti vasta oikeuskäytäntö lopulta täsmentää, mitä kaikkea tarkoitetaan ”muulla vahingollisella ympäristövaikutuksella.”

Myös uusi luonnonsuojelulaki (9/2023) astui voimaan 1.6.2023. Uuden lain 49. § kieltää kokonaan malminetsinnän kansallispuistoissa ja luonnonpuistoissa. 52. §:n mukaan kielto koskee myös muita valtion luonnonsuojelualueita. Näillä muilla alueilla, kuten soidensuojelualueilla Metsähallitus voi kui-

Alueiden suojelu	Luontotyyppien suojelu	Eliölajien suojelu
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kansallis- ja luonnonpuistot</li> <li>• Natura-alueet</li> <li>• Suojeluohjelma-alueet</li> <li>• Soidensuojelun täydennysohjelma</li> <li>• Yksityiset ja valtion mailla olevat suojelualueet</li> <li>• Erämaa-alueet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luonnonsuojelulain 64. § - 13 luontotyyppiä, ELY tekee suojelupäätöksen</li> <li>• Luonnonsuojelulain 65. § - 2 tiukasti suojeltua luontotyyppiä, ei vaadi erillistä päätöstä, suojeltu aina</li> <li>• Metsälain 10. §</li> <li>• Vesilain 2. luvun 11. §</li> <li>• Uhanalaiset luontotyypit</li> <li>• Luontodirektiivin luontotyypit (suojeltuja Natura-alueilla)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rauhoitetut eläinlajit - Lähes kaikki nisäkkäät, linnut, matelijat ja sammakkoeläimet</li> <li>• Erikseen rauhoitetut muut eliölajit - 144 kasvilajia</li> <li>• Erityisesti suojeltavat lajit, esiintymispaikkaa ei saa heikentää - 680 lajia</li> <li>• Uhanalaiset ja alueellisesti uhanalaiset lajit - yli 2000 lajia</li> </ul>

tenkin antaa luvan etsiä malmeja. Lupa voidaan myöntää ainoastaan sillä ehdolla, että malminetsintä ei vaaranna luonnonsuojelualueen perustamistarkoitusta eikä aiheuta alueen arvoille vähäistä suurempaa haittaa. Natura-alueita koskeva sääntely pysyy pitkälti entisellään, joskin on syytä huomata, että suuri osa Natura-alueista on myös luonnonsuojelualueita.

### Monimuotoisuutta on kaikkialla

Luonnon monimuotoisuus, elonkirjo, sisältää kaiken planeettamme elämän ja se toteutuu monella tasolla. Ekosysteemien monimuotoisuus tarkoittaa sitä, että maailmassa on erilaisia elinympäristöjä, jotka mahdollistavat monipuolisen eliölajiston säilymisen ja kehittymisen. Kenties tutuinta on lajien monimuotoisuus. Elinympäristöt ovat jatkuvassa muutoksessa, ja vain monimuotoinen lajisto pystyy sopeutumaan jatkuvasti muuttuviin olosuhteisiin. Lajien sisällä esiintyvä geneettinen monimuotoisuus puolestaan edistää lajin eri kantojen ja yksilöiden sopeutumista. Jos geneettinen monimuotoisuus supistuu liiaksi, lajin elinkelpoisuus katoaa.

Luonnon monimuotoisuus ei siis rajaudu tiettyihin paikkoihin tai arvoihin kuten vaikkapa suojelualueille. Esimerkiksi vanhojen metsien suojelussa riittävän suuret koskemattomiksi jätettävät alueet ovat toki keskeisiä. Kuitenkin arvokkaita ja tärkeitä, sekä hyvin uhanalaisiakin lajeja esiintyy myös suojelualueiden ulkopuolella. Myös toistaiseksi melko yleisten lajien elinolosuhteisiin on kiinnitettävä huomiota. Tämä tarkoittaa sitä, että myös malminetsintä tulee suunnitella niin, että luonnolle aiheutetaan mahdol-

lisimman vähän vahinkoa ja häiriötä.

Toimijalla on vastuu siitä, että toiminta suunnitellaan ja toteutetaan niin, että vahinkoja ei aiheudu. Varmistukseksi tästä toimijan on tunnettava toiminta-alue riittävän hyvin.

### Malminetsinnän vaikutukset

Malminetsinnän vaikutukset luonnon monimuotoisuuteen riippuvat lukuisista tekijöistä, kuten:

- Käytettävistä menetelmistä ja tutkimusmääristä
- Alueesta: maaperästä, topografiasta, kosteudesta
- Lajistosta
- Keskeisesti toimintatavoista

Malminetsinnän kajoamattomat menetelmät kehittyvät koko ajan. Erilaisilla lento- ja maastomittauksilla sekä pienistäkin näyttemääristä tehtävillä analyyseillä saadaan entistä tarkempaa ja kattavampaa tietoa. Myös lentomittaukset ja jopa jalan liikkuminen aiheuttavat jonkin verran häiriötä, joten niidenkin huolellinen suunnittelu ja ajoittaminen on tärkeää.

Malminetsinnän edetessä kallioperää on päästävä tutkimaan tarkemmin ja kallioperästä on saatava näytteitä. Kairauksilla ja muilla koneellisilla tutkimuksilla on aina vaikutuksia maastossa. Näitä vaikutuksia voivat olla esimerkiksi:

- Melu ja häiriö
- Kasvillisuuden talleantuminen ja kuluminen
- Kasvillisuutta tukahduttava kairasoija
- Maaperän rikkoutuminen
- Vesistön väliaikainen sameneneminen
- Suon pintarakenteen muutokset

- Muutokset vesiolosuhteissa
- Puiden kaataminen, aukkojen muodostuminen
- Suoraan (kasvi)yksilöihin kohdistuva vaurio

Timanttikairausten vaikutus on tyypillisesti pienialainen ja usein melko nopeasti palautuva. Myös tutkimuskaivantojen ja -ojien vaikutukset ovat palautuvia edellyttäen, että paikat ennallistetaan huolellisesti näytteenoton jälkeen. Vahinkoa voi silti aiheutua, jos toiminta kohdistuu esim. rauhoitetun kasvilajin yksilöön tai herkkään, pienialaiseen luontotyyppiin.

Malminetsinnän vaikutukset luontoon ovat siis tyypillisesti vähäiset. Näin on kuitenkin vain siinä tapauksessa, että asiat hoidetaan huolellisesti ja noudatetaan luontoa säästäviä toimintatapoja. Niin kaivosalaan yleisesti kuin malminetsintäänkin kohdistuu paljon pelkoja ja huolia luontohaitoista. Mitä huolellisemmin luontoasiat hoidetaan, sitä parempi on myös toiminnan hyväksyttävyyden asukkaiden ja muiden sidosryhmien keskuudessa. Myös malminetsintä tarvitsee sosiaalisen toimiluvan.

### Luontoa säästävä malminetsintä

Tärkein askel kohti luontoa säästävää malminetsintää otetaan jo ennen varausvaihetta. Kun toimija tietää, mitä arvoja mahdollisesti tutkittavalla alueella on, tutkimukset voidaan suunnitella luontoarvot huomioon ottaen. Toimija, eli malminetsintäyhtiö vastaa omasta ja alihankkijoidensa toiminnasta ja siitä, ettei kohtuuttomia vaikutuksia aiheudu. Viranomaiset antavat määräyksiä ja neuvoja esim. lausunnoissaan, mutta vastuu on aina yhtiön. Toimijan vastuulla on myös olla riit-

**Paljon keskeistä tietoa on julkisesti ja ilmaiseksi saatavilla, usein suoraan paikkatietomuodossa:**

- Malminetsintälupa ja siihen annetut lausunnot
- ELY-keskus ja valtion mailla Metsähallitus
- Metsäkeskukset (metsälain kohteet)
- Ympäristökartta Karpalo
- SYKEN paikkatietoaineistot, mm. LAPIO palvelu
- Metsähallituksen biotooppikarttapalvelu
- Metsähallituksen Retkikartta.fi –palvelu, näyttää myös MH monimuotoisuuskohteita ja suojelumetsiä.
- Suomen lajitietokeskus: Laji.fi

ADC ARCTIC DRILLING COMPANY OY LTD



tävästi selvillä vaikutuksista ja olosuhteista (ks. esim. kaivoslaki 6. §, ympäristönsuojelulaki 6. §, YVA-laki 31. §).

Luontoa säästävä malminetsintä on suunniteltava kohdekohtaisesti. Muutamia keskeisiä keinoja ovat

- Kohdealueen ymmärtäminen – perustiedot luonnonympäristöstä ja arvoista
- Ennakointi – mistä etsintäalupaa kannattaa hakea?
- Reittisuunnittelu – vältetään mahdollisuuksien mukaan pehmeää maastoa, vesistöjä, tiheää puustoa, jyrkkiä rinteitä.
- Etenkin pehmeillä mailla liikutaan koneilla vain talviaikaan
- Maaperän tukeminen ja suojaus
- Riittävät suojavaiohykkeet
- Töiden oikea ajoitus ympäristö huomioon ottaen

- Arvokohteiden tunnistaminen maastossa

Käytännössä samalla malminetsintäalueella voi olla erilaisia huomioon otettavia kohteita ja rajoituksia. Järkevästi valitulla alueella pystytään kuitenkin tekemään tehokasta etsintää myös luonnonarvojen ehdoilla. Esimerkiksi kasviesiintymien tai lähteiden ympärille voidaan asettaa suojavaiohyke, tai melua aiheuttavia töitä vältetään pesimäaikaan lintualueiden läheisyydessä tai petolinnun pesäpuun ympäristössä. Tarvittaessa teetetään luontoselvityksiä, esim. rauhoitetun kasvilajin esiintymien inventointeja. Maastoselvityksen avulla voidaan varmistaa esiintymien paikat, jotta ne voidaan jättää koskematta. Samalla saadaan tietoa, missä voidaan rauhassa toimia.

Malminetsinnällä on toki muitakin vaikutuksia kuin tässä artikkelissa käsitellyt

luontovaikutukset. Tutkimusten suunnittelussa on huomioitava monipuolisesti myös mm. kulttuuriperintö, asukkaat ja muut sidosryhmät ja virkistyskäyttö.

Mikäli malminetsintä tuottaa toivottua tulosta ja hyödynnettävä esiintymä löytyy, on luontovaikutusten laajuus ja voimakkuus aivan eri kertaluokassa kuin etsintävaiheessa. Kaivostoiminnan vaikutusten ymmärtäminen, ehkäisy ja tarvittaessa lieventäminen onkin jo toinen tarina. Joka tapauksessa vastuullinen kaivoshanke alkaa vastuullisesta malminetsinnästä. ▲

*Ympäristötekniikan DI Janna Riikonen toimii johtavana asiantuntijana WSP Finland Oy:n kaivospalvelut -tiimissä.*

Mielipide:

# Avoin geodata on yksi konkreettinen vastaus EU:n asetukseen kriittisten raaka-aineiden turvatun ja kestäväen tarjonnan varmistamiseksi

**E**uroopan komissio julkaisi 16.3.2023 ehdotuksen asetukseksi Euroopan parlamentille ja neuvostolle kriittisten raaka-aineiden turvallisista ja kestävästä toimintusketjuista. Tavoitteena on vahvistaa EU:n teollisen perustan kilpailukykyä ja vähentää sen riippuvuutta raaka-aineiden tuonnista. Taustalla on Euroopan tuontiraaka-aineriippuvuus, jota koronapandemia ja Venäjän Ukrainaan kohdistunut hyökkäyssota ovat korostaneet. Vihreän ja digitaalisen siirtymän tavoitteiden saavuttamiseksi tarvitaan kaiken lisäksi entistä enemmän kriittisiä raaka-aineita. Aloitteessa esitettyjen toimien tarkoitus on parantaa raaka-aineiden saatavuutta EU:ssa, kehittää kestäviä kaivoskäytäntöjä, parantaa resurssitehokkuutta ja kiertotaloutta sekä lisätä alan tutkimusta ja innovointia.

Geologeina pidämme erityisen mielenkiintoisena sitä, että malminetsintä ja -tutkimus on nostettu esityksessä melkoisen hyvin esille raaka-aineketjussa. Sana ”exploration” löytyi tekstistä 39 kertaa (suomenkielisessä versiossa ”etsintä” löytyy 33 kertaa). Huomiolarvoinen nosto oli kohta, jossa esitetään, että jäsenvaltioiden tulisi laatia kansalliset kriittisten raaka-aineiden malminetsintäsuunnitelmat. Lisäksi malminetsintän tehostamiseksi jäsenvaltioiden pitäisi saattaa julkisiksi näissä ohjelmissa kerätyt tiedot.

Erityisesti mainitaan ehdotettujen toimien odotettavien vaikutusten arvioinnissa, että geodatan saatavuus tukee koko arvoketjun kilpailukykyä. Lisääntyvä geodata hyödyttää malminetsintän varhaista vaihetta, minkä odotetaan johtavan suurempiin investointeihin jäljempänä arvoketjussa. Australiassa, Kanadassa ja Chilessä tehdyissä tutkimuksissa on arvioitu, että sijoitus geodataan stimuloi viisinkertaisen määrän tutkimusinvestointeja malminetsintäyhtiöiden puolella.

Ehdotuksessa mainitaan, että kansallisten malminetsintäsuunnitelmien tulisi sisältää soveltuvin osin kartoitusta, geokemiallisia ja geofysiikan tutkimuksia sekä muusta malminetsinnästä kertyvän datan prosessointia ja tulkintakarttoja. Myös olemassa oleva geodata tulisi käydä läpi identifioimattomien esiintymien varalta. Siinäpä haastetta kerrakseen! Kuka laatii ja toteuttaa nämä kansalliset suunnitelmat? Malminetsinnässä työskentelevät tunnistavat varmasti hyvin sen, ettei ainakaan Suomessa Geologian tutkimuskeskus (GTK) voi yksin selvittää olemassa olevilla resursseilla koko maan mineraalipotentialin tutkimisesta.

Moni voi ajatella, että onneksi Suomessa GTK:lla kuitenkin on dataa ja se on hyvin saatavissa ja hyvässä järjestyksessä yhtiöidenkin käytettäväksi. Suureksi osaksi onkin, mutta paljon on maksumuurin takana, ja kehitettävää riittää jakelussa. GTK:n Hak-

ku-palvelusta löytyy 107 paikkatietotuotetta, joista avoimen lisenssin alla olevia on 39. Suurin osa maksuttomista tuotteista on metatietoa siitä, mitä kyseinen paikkatieto sisältää, ja itse analyysi- tai havaintotieto on maksullista. Lisäksi joitakin käyttökelpoisia datasettejä kuten Outokummun raskasmineraaliaineisto odottaa vieläkin tuotteistamista. Kokonaisuutena GTK:lla on todella hyödyllistä tietoa koko maan mittakaavassa - paljon enemmän kuin muissa EU-maissa. Sen takia Suomi on geotietojen osalta ollut maailman kärjessä Frazer-instituutin arvioinneissa ihan viime vuosiin saakka, vaikka muut indekset ovat tippuneet jo aiemmin. Vaan enää eivät geotiedotkaan kannu, vuonna 2022 Suomen sijoitus on pudonnut sijalle 15.

GTK:n geotiedot tuotteistettiin 1990-luvulla ja sen aikaisten tiedonkäsittelykykyjen takia päädyttiin lisensioinnissa piste-, havainto-, analyysi- tai metrihintoihin. Lisäksi osa tiedoista, esimerkiksi yhtiöiden luovuttamat aineistot valtauksilta ja malminetsintäalueilta ovat tiedostoina siinä kunnossa kuin ne on luovutettu ministeriölle ja viime aikoina TUKES:ille, ja ne on osattava hakea karttapalvelujen kautta. Pistehinnoittelun takia on erikseen pyydyttävä kiinnostavasta alueesta tarjous ja paljousalennuksia tulee suurista näytemääristä. Ei oikein vaikuta nykyajalta. Rajapintapalveluiden tulisi olla ensisijainen jakelukanava, ne ovat kehittyneet >

viime vuosina ja ne mahdollistavat pääsyn aina päivitettyihin tietokantoihin.

Suomella olisi helppo konkreettinen vastaus Komission aselehdotukseen avaamalla kaikki malminetsintää tukeva geotieto avoimen ja maksuttoman lisenssin alle. Datat on jo kertaalleen maksettu, joten datan tulisi olla ilmaista. Jakelusta ja pääsystä hyvin hoidettuihin tietokantoihin voi sitten pyytää kohtuullisen ylläpitomaksun.

Alalla pitkään työskennelleet tietävät, että suuri osa historiallisesta havainto- ja analyysidatasta ei vastaa nykyaikaisia standardeja geologisen raportoinnin käytönten, määritysrajojen, näytteenoton hallinnan, laadunvalvonnan tai analysoitavien alkuaineiden määrän suhteen, mutta historiallista dataa tarvitaan edelleen taustatyön tekemiseen. On tärkeää tietää ainakin, että tiedot ovat olemassa ja ainakin se, mistä näytteitä on otettu. Valitettavasti samalla on turhauttavaa, että näytteenoton tai analyysimenetelmien suhteen olisi toimomisen varaa. Esimerkiksi kairasydämiä ei ole analysoitu alusta loppuun, mutta ilman analyysitietoja ei voi tietää, mitä on jätetty analysoimatta.

Ongelmia on myös kohteellisen moreenigeokemian osalla, jossa ei yleensä ole näytteenottokaluston keveyden takia näytettä saatu riittävän syvältä, mutta pitoisuuksia käytetään kuitenkin taustatietona. Ja vaikka useimmat kokeneet geologit tietävät, että pienten pitoisuuksien perusteella ei pitäisi pois sulkea mahdollisuutta mineralisaation



Juhani Ojala



Hannu Makkonen

olemassaoloon, pienet pitoisuudet kuitenkin huonontavat muiden datojen perusteella hyvänä pidettyä malmipotentialia.

Joka tapauksessa kokonaisuuden kannalta olisi parempi vaihtoehto käyttää rahat uuden tiedon keräämiseen nykyaikaisilla menetelmillä kuin maksaa vanhoista huonoista tiedoista. Myös kairasydämien geologinen raportointi on ollut tasoltaan vaihtelevaa eikä voikaan vastata nykyajan käytäntöjä. Esimerkiksi orogeenisten kultamalmien malli on tullut yleisesti käyttöön vasta 1990-luvun lopulla, ja sitä edeltävänä aikana ei kultamalmeihin liittyviä muuttumisia useinkaan ole tunnistettu.

Vapaammasta pääsystä geodataan seuraa valtavasti julkista hyötyä kuten EU:n ehdotuskin myöntää. Geodata aktiivisessa käytössä vauhdittaa malminetsintää ja -tutki-

mustoimintaa raaka-aineketjun alkupäässä, ja löydöt johtavat suurempiin investointeihin ketjussa hyödyttäen siten lopulta koko yhteiskuntaa. Itse asiassa Suomen kohdalla voisi todeta malminetsinnän olevan varsin erinomainen ventiala: rahoitus tulee ulkomailta, pääosin työt tehdään kotimaisin voimin, tulokset raportoidaan TUKES:lle ja päätyvät kansallisiin tietovarantoihin. Jos jotain löytyy, metallit jalostetaan kotimaassa!

Maksumuuri ja monimutkainen hinnoittelu ja tilausjärjestelmä hidastavat ja rajoittavat geodatan käyttöä ja sen täysi potentiaali jää käyttämättä. Järkevästi hinnoiteltu vuo-

simaksu ja tietojen saatavuus suoraan rajapintojen kautta pienentää kynnystä lähteä testaamaan malminetsintäideoita. Koko maata kattavien geodatojen saatavuus helpottaa uusien malminetsintäideoiden kehittämistä, mutta myös uusien teknologioiden, tuotteiden ja palveluiden kehittämistä. Pienyrityksetkin pystyvät järkevään hinnoittelun myötä helpommin hyödyntämään tietoja uusien malminetsintäkohteiden generointiin, jotka lopulta hyödyttävät koko yhteiskuntaa ja sitä kautta koko kaivosteollisuutta ja yhteiskuntaa. Täysin avoimesti jaettava geotieto myös vähentää päällekkäisiä malminetsintätoimia, mikä nopeuttaa malminetsintää.

Avoin geodata on myös osa alan läpinäkyvyyttä - avoin geotieto edistää päätöksenteon läpinäkyvyyttä tarjoamalla pääsyn tietoihin, joita voidaan käyttää myös poliittisten suunnittelupäätösten pohjana. Tämä auttaa varmistamaan, että päätökset perustuvat näyttöön ja ovat yleisen edun mukaisia.

Avoin geodata helpottaa alan keskinäistä yhteistyötä - voi vapaasti keskustella ja vaihtaa ideoita samasta pohjadatasta. Avoin ja ilmainen paikkatieto kannustaa eri sidosryhmiä, kuten yrityksiä, hallituksia ja kansalaisia yhteistyöhön. Tämä voi johtaa uusiin kumppanuuksiin ja ideoihin, jotka voivat hyödyttää koko yhteiskuntaa.

Voisikin lopuksi kysyä, haluavatko yhteiskunta ja GTK vastata konkreettisesti kriittisten raaka-aineiden saatavuushaasteeseen, parantaa huoltovarmuutta ja samalla edistää vihreää siirtymää avaamalla geodataa? Tutkimuslaitoksen jos jonkun pitäisi tietää, että data ei sinänsä ole arvokasta. Arvokasta siitä tulee, kun on ihmisiä, jotka osaavat ja voivat sitä käyttää. ▲

TEKSTI: JUHANI OJALA JA HANNU MAKKONEN





KARI VAARA, REDU

# METSO-hankkeessa kehitetään malminetsinnän ja -tutkimuksen osaamista

Suomen kasvava kaivosteollisuus tarvitsee osaajia. Kasvu kohdistuu vahvasti Itä- ja Pohjois-Suomeen ja merkittävintä kasvu on Lapissa, jossa pääpaino on nikkelissä, kuparissa ja erityisesti kullassa. Kaivokset ja mineraalisten raaka-aineiden lisääntyvän tarpeen vilkastuttama malminetsintä synnyttävät uusia työpaikkoja, joihin ei välttämättä löydy osaajia. Erityisesti pohjoiset olot tuntevaa ja niissä ammattitaitoisesti toimivaa, koulutettua työvoimaa voi olla vaikea löytää.

**S**uomessa ei ole tällä hetkellä tarjolla tutkintoon johtavaa toisen asteen koulutusta malminetsinnän avustaviin tehtäviin. Tähän haasteeseen on tartuttu Euroopan

sosiaalirahaston (ESR) rahoittamassa ”Malminetsintään ja -tutkimiseen suunnattu osaamisen kehittäminen” (METSO) -hankkeessa. Sen tavoitteena on tunnistaa ja ennakoita malmitutkimuksen avustaviin tehtäviin liit-

tyvät ammatillisen koulutuksen osaamistarpeet Lapissa ja vastata näihin yhteistyössä työelämän kanssa.

METSO toteutetaan yhteishankkeena Lapin koulutuskeskuksen (REDU), Geolo-

ALOITUSKUVA

Päivän kohokohta. Toimiminen arktisissa olosuhteissa -pilotin opiskelijoita tauolla



Oppimistilanteita rasteille mentäessä riittää.

gian tutkimuskeskuksen (GTK) ja Oulun yliopiston Oulu Mining Schoolin (OMS) kesken. Hankkeessa on suunniteltu kaksi opintokokonaisuutta ”Malminetsinnän tutkimusavustajan perustaidot” ja ”Toimiminen arktisissa olosuhteissa”. Käytännönläheisten ja maastoharjoittelua sisältävien opintokokonaisuuksien pilotointi käynnistyi syksyllä 2022 REDU:n Sodankylän toimintayksikössä. Pilotteihin liittyviin opintoihin otettiin eri taustaisia opiskelijoita joustavasti. Kun opintokokonaisuudet vakiintuvat Sodankylän REDU:n koulutuspalettiin, niitä voi opiskella paikallisesti valittuna osana kaivosalan perustutkintoa. Pilottien lisäksi METSO-hankkeessa suunniteltiin rakenne ja opintokokonaisuus malminetsinnän tutkimusteknikon urapolulle sekä tuotettiin tähänkin liittyvää opetusmateriaalia.

### METSO:n opintokokonaisuudet

Toimiminen arktisissa olosuhteissa -pilotti rakennettiin täydentämään Maastossa liikkuminen -opintokokonaisuutta sisältävän malminetsintäkoulutukseen räätälöityjä geologisen näytteenoton ja -käsittelyn tehtäviä. Kaksiosainen pilotti toteutettiin syksyllä 2022 sulan maan aikana ja keväällä 2023 lumiolosuhteissa. Pilottiryhmä koostui kaivosalan perustutkintoa suorittavista opiskelijoista.

Malminetsinnän tutkimusavustajan perustaidot -opintokokonaisuus pilotoitiin ke-

väällä 2023. Opintoihin hakeutui hyvin erilaisen taustan omaavia opiskelijoita. Pilotti toteutettiin monimuoto-opintoina, joissa osa opinnoista suoritettiin paikan päällä REDU:n Sodankylän toimintayksikössä sekä käytännön harjoitteluna maastossa ja osa etänä Teamsin välityksellä. Lisäksi opetuksesta tehtiin tallenteita itsenäisen opiskelun tueksi. Monipuolisessa opintokokonaisuudessa perehdyttiin muun muassa geologiaan, malminetsinnässä otettaviin näytetyyppeihin, näytteenkäsittelyyn ja logistiikkaan, kenttätutkimusmenetelmiin sekä vastuulliseen malminetsintään.

Vastuullisuuden merkitys korostuu nykypäivän kaivannaissektorilla, joten tähän panostettiin myös koulutuksessa. Vastuullinen

**OPINTOIHIN HAKEUTUI HYVIN ERILAISEN TAUSTAN OMAAVIA OPISKELIJOITA. PILOTTI TOTEUTETTIIN MONIMUOTO-OPINTOINA, JOISSA OSA OPINNOISTA SUORITETTIIN PAIKAN PÄÄLLÄ REDU:N SODANKYLÄN TOIMINTAYKSIKÖSSÄ SEKÄ KÄYTÄNNÖN HARJOITTELUNA MAASTOSSA JA OSA ETÄNÄ TEAMSIN VÄLITYKSELLÄ.**

malminetsintä -osiossa oppilaat suorittivat muun muassa verkkokoulutuksena AA Sakatti Mining Oy:n ja REDU Edu Oy:n yhdessä laatiman vastuullisuuskoulutuksen. Vierailvana luennoitsijana toimi Kaivosteollisuus ry:n malminetsintäryhmän puheenjohtaja ja Bolidenin Keski-Suomen alueellisen malminetsinnän ryhmäpäällikkö **Sanna Rötsä**, joka on ollut mukana laatimassa Suomessa 2021 käyttöön otettua malminetsinnän vastuullisuusjärjestelmää ja Kaivosteollisuus ry:n julkaisemaa Malminetsintäopasta. Rötsällä on myös käytännön kokemusta malminetsinnästä Lapissa, Länsi-Australiassa ja Keski-Suomessa. Lisäksi opiskelijat vierailivat AA Sakatti Mining Oy:ssä. Vierailulla tutustuttiin yrityksen toiminnan läpileikkaaviin vastuullisiin käytänteisiin sekä Sodankylän toimitiloihin.

### Koulutettua työvoimaa tarvitaan

Suomen mineraalisektorilla toimivista yrityksistä liki kolmannes näkee työvoiman saatavuuden olevan yksi suurimmista huolenaiheista heidän toimintaympäristössään ja lähes puolet odottaa henkilöstömääränsä kasvavan vuonna 2023 (Kaivosteollisuus ry 2022).

Koska malminetsinnän avustaviin tehtäviin ei ole koulutusta, ovat yhtiöt hoitaneet osaamistarpeisiin liittyvät asiat eri tavoin. Osa kouluttaa henkilöstöään itse ja osa on tuonut työvoimaa ulkomailta tai turvautunut palveluntarjoajiin.

Kaivannaisalan yritysten toiminta jatkautuu moniin eri toimintakokonaisuuksiin sen mukaan, mihin malminetsinnän tai varsinaisen kaivostoiminnan vaiheisiin yritys on keskittynyt. Tämä heijastuu myös työvoiman tarpeeseen. Suurilla kaivosyhtiöillä on pääsääntöisesti omat kaivostoimintaan ja malminetsintään keskittyvät organisaatiot, joissa on vakinaista henkilökuntaa. Malminetsintää tekeillä junioriyhtiöillä taas saattaa olla varsin rajalliset henkilöresurssit käytössä, jolloin malminetsintäpalveluita ostetaan niitä tarjoavilta yrityksiltä. Jatkuvasti muuttuvat suhdanteet, mineraalisten raaka-aineiden kysyntään liittyvät tekijät sekä kehittyvät työ- ja tutkimusmenetelmät tekevät työvoiman tarpeen sekä osaamistarpeiden ennakoimisesta haastavaa.

”METSO-hankkeessa toimimme tiiviissä yhteistyössä kaivannaisalan yritysten kanssa. Kartoitimme yhtiöiden näkemyksiä malminetsinnän avustavan työvoiman koulutustarpeisiin, koulutusten sisältöön sekä henkilöstömäärään liittyen. Keski-Lapin vaikiintuneilla kaivosyrityksillä ja -hankkeilla





Sieltähän se näyte nousee.

malminetsinnän henkilöstömäärät ja avustavan henkilöstön tarve ovat säilyneet viime vuosina ennallaan. Greenfield-vaiheessa olevissa hankkeissa malminetsinnässä toimii yhtiön omia työntekijöitä useita kymmeniä henkilöitä, joista noin puolet on avustavaa henkilöstöä ja toinen puoli geologeja ja muita asiantuntijoita. Lisäksi greenfield-vaiheen töissä on ulkopuolista, ei-kokoaikaista työvoimaa noin sata henkeä per hanke. Grassroot-vaiheen malminetsinnässä yritysten palkkalistoilla on pieni määrä henkilöitä, mutta avustavan työn tekijöiden tarve on suuri”, kertoo hankkeessa asiantuntijana toimiva **Tiina Helminen** REDU:n Sodankylän toimintayksiköstä.

### Hyvää palautetta yrityksiltä

Kaivannaisalan yritysten edustajat ovat yhtä mieltä METSO-hankkeessa pilotoidun koulutuksen tarpeellisuudesta. Koulutussisältöihin oltiin myös tyytyväisiä. Erityisesti nousi esiin Malminetsinnän tutkimusavustajan perustaidot -pilottiin kuuluva Vastuullinen malminetsintä -osio, joka nähtiin tärkeänä osana opetusta.

”Arctic Mineralsilla ei ole omaa kenttäorganisaatiota, joten käytämme palveluntarjoajia. Ulkopuolisten urakoitsijoiden käytössä on kuitenkin tullut viivästyksiä, koska heillä ei aina ole ollut riittävästi henkilöstöä.



Aurinko laskee, johan sitä joutaisi kämpälle, mutta oja mokoma on tullut eteen...

Koneita tai muuta kalustoa olisi, mutta ihmiset puuttuvat”, toteaa METSO-hankkeen ohjausryhmän puheenjohtaja, Arctic Minerals AB:n toimitusjohtaja **Risto Pietilä**.

”Omasta henkilöstöstämme 17 työskentelee tällä hetkellä malminetsintää avustavissa tehtävissä. Avustavan henkilöstön määrä on ollut suurin piirtein sama viimeisinä vuosina, jolloin kenttätöitä on suoritettu. METSO:n koulutuskokonaisuudet antavat perusteet avustavissa työtehtävissä toimimiseen ja vähentävät osaltaan omaa koulutustarvetta”, kertoo **Janne Siikaluoma**, päägeologi AA Sakatti Mining Oy:stä.

Bolidenin Kevitsan alueellisen malminetsinnän päällikkö **Teemu Törmälehdon** mukaan heidän nykyinen teknikkomääränsä on riittävä, mutta hän tunnistaa ammattitaitoi-

**GREENFIELD-VAIHEESSA OLEVISSA HANKKEISSA MALMINETSINNÄSSÄ TOIMII YHTIÖN OMIA TYÖNTEKIJÖITÄ, USEITA KYMMENIÄ HENKILÖITÄ, JOISTA NOIN PUOLET ON AVUSTAVAA HENKILÖSTÖÄ JA TOINEN PUOLI GEOLOGEJA JA MUITA ASIAANTUNTIJOITA.**

sen malminetsintään liittyvän avustavan henkilökunnan rekrytointiin liittyvät haasteet.

”Bolidenin Suomen malminetsintätoiminnoissa työskentelee tällä hetkellä viisi teknikkoa, joista kolme Keski-Suomen osastolla ja kaksi Sodankylässä. Vaikka meillä on näe tällä hetkellä tarvetta lisätä teknistä työvoimaa, niin koko alaa ajatellen osaavan ja kokeneen työvoiman saatavuus on haaste, ja tästä syystä koulutus näihin töihin on tärkeää. Työvoimapula voi myös tulla yllättäen eikä ammattitaitoista työvoimaa juurikaan ole saatavilla, jos tulisi tarve löytää uusi tekijä nopealla aikataululla”, Törmälehto toteaa.

Törmälehto on tyytyväinen METSO-hankkeen koulutuskokonaisuuksiin; ”Koulutuskokonaisuus vaikuttaa hyvältä ja kattavalta tuoden perusymmärrystä toimimiseen malminetsinnän teknikkona tai tutkimusavustajana. Pidän tärkeänä, että perusmaastotaitojen ja maastoajoneuvoihin liittyvien taitojen rinnalle on nostettu vastuullisuusajattelua sekä perustietoutta sidosryhmätyöstä samoin kuin luvituksiin liittyvää puolta ja ympäristötietoutta. Nämä kokonaisuudet korostuvat koko ajan päivittäisessäkin työssä.”

Myös ryhmäpäällikkö **Timo Ahtola** GTK:sta on koulutuksiin tyytyväinen; ”Tämä on hyvä ja monipuolinen kokonaisuus, joka vastaa pääosin meidän tutkimusta avustavan henkilöstömme osaamistarpeisiin. Meillä

Malminetsinnän tutkimusavustajan perustaidot (15 osp)	Toimiminen arktisissa olosuhteissa (15 osp)	Urapolku malminetsinnän työnjohtajaksi ja työmaavastaavaksi
<ul style="list-style-type: none"> <li>Johdanto malminetsintään</li> <li>Maaperägeologiset ja geokemialliset näytteet</li> <li>Kallioperägeologiset näytteet</li> <li>Näytteiden käsittely ja logistiikka</li> <li>Drone-kurssi</li> <li>pXRF-analysaattori</li> <li>Geofysiikan avustavat työt ja mittausdatan käsittely</li> <li>Geotutkimukseen liittyvät maanmittaustekniikan alkeet</li> <li>Huuhdontakullan etsintä ja rikastus</li> <li>Vastuullinen malminetsintä</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Moottorikelkan huolto ja käyttö</li> <li>Mönkijän huolto ja käyttö</li> <li>Moottorisahan huolto ja käyttö</li> <li>Nelivetomaastoauton käyttö</li> <li>Maastossa liikkumisen taidot</li> <li>Maastotöiden turvallisuus</li> <li>Hätämaajoitteet</li> <li>Majoitus</li> <li>Reittien suunnittelu ja valmistelu</li> <li>Paikantaminen ja karttojen käyttö</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Malmigeologian perusteet</li> <li>Projektinhallinnan osaaminen</li> <li>Työnjohto</li> <li>Näytteenkäsittely</li> <li>Paikkatieto ja tiedonhallinta</li> <li>Huolto ja kunnossapito</li> <li>Ammattienglanti</li> <li>Sidosryhmäviestinnän perusteet</li> <li>Lupa- ja ympäristöasioiden perusteet</li> </ul>

## METSO-hankkeen opintokokonaisuuksien rungot

yksistään GTK:n Mineraalitalouden ratkaisut yksikössä (MTR) on tällä hetkellä kuusi tutkimusassistenttia, joiden työtehtävät liittyvät malminetsintään tai siihen rinnastettavaan toimintaan. Avustavan henkilöstön määrään ei ole lähitulevaisuudessa tulosmuutosta. Eläköitymiset sekä pidemmät poissaolot tullaan kyllä korvaamaan uusilla rekrytoinneilla.”

### Toivottua lisäoppia

**Laura Siltakoski** osallistui Malminetsinnän tutkimusavustajan perustaidot -pilottiin opiskelijana. Siltakoski on suorittanut kaivosalan perustutkinnon ja valmistunut rikastajaksi sekä työskennellyt jo kaksi vuotta prosessityöntekijänä kaivoksella. Hän halusi laajentaa alan osaamistaan, mutta omaa ammattia syventävää koulutusta ei ollut tarjolla.

”Huomasin paikallisessa Sompio-lehdessä ilmoituksen, joka meni suunnilleen näin: ”Oletko valmis arastehtäviin?” Luin ilmoituksen ja laitoin välittömästi sähköpostia pilottikoulutuksen vetäjälle **Antti Peroniukselle** kysyäkseni, mahtuuko mukaan”, Siltakoski muistelee.

Siltakoski kokee oppineensa paljon uutta ja saaneensa uutta näkökulmaa työhönsä. ”On ollut hyvä perehtyä malminetsinnän vaiheisiin ja ymmärtää, kuinka paljon työtä se vaatii, että varsinainen kaivos ikinä toteutuu. Kurssi on yllättänyt positiivisesti. Olen saanut perusteellista tietoa ympäristö- ja vastuuasioista, geologiasta ja käytännön töistä. Kurssi on toteutettu hyvin ja opiskelu on ollut helposti mahdollista myös työn ohessa”, Siltakoski jatkaa.

REDU:n Sodankylän toimintayksikössä kaivosalan perustutkintoa opiskeleva **Samp-**

**pa Peltari** kuuli luennolla Malminetsinnän tutkimusavustajan perustaidot -pilotista ja oli myös nähnyt kurssiin liittyviä bannereita koululla. ”Minulla on ennestään taustaa geologian opiskelusta sekä töistä. Ajattelin, että kurssilla tulisi kerratuksi jo opittuja asioita sekä opitaksi uutta, joten päätin osallistua pilottiin. Opinnot ovat vastanneet odotuksiani. Kouluttajat ovat osanneet esittää asiaansa sopivan yksinkertaisessa muodossa. Myös mahdollisuus seurata luentoja etänä sekä nauhoitteita on ollut positiivinen juttu”, toteaa Peltari.

### Oppimiskokemus opintokokonaisuuksien toteuttajille

”Saimme hyvää kokemusta METSO:n pilotista. Ensinnäkin on oikeasti vaikeaa opettaa käytännön tekemistä teoriaopetuksena. Opetusmateriaalia oli paljon, mutta vielä enemmän olisi tarvittu. On näet täysin eri asia opettaa asioita käsitteellisesti, kuten korkeakoulutasolla tehdään. Toinen haastava ja uusi asia oli monikanavainen opetus. Kunnianhimoinen tavoitteemme oli vetää opetus samanaikaisesti luokka- ja etäopetuksena ja tuottaa samalla jälkikatsoitava nauhoite. Asian esittäminen opetustilanteessa niin, että se toimii monella eri alustalla, onkin sitten yllättävän vaikeaa ja raskasta”, toteaa METSO:n projektipäällikkö ja Malminetsinnän tutkimusavustajan perustaidot -pilotista vastaava Antti Peroniuss.

Pilotoidut opintokokonaisuudet tullaan liittämään osaksi REDU:n Sodankylän toimintayksikön paikallisesti valittavia opintoja. ▲

TEKSTI: **KRISTINA KARVONEN, GTK**



**Euroopan unioni**  
Euroopan sosiaalirahasto



# Indika Au – liikuteltava indikaattorimineraalien tutkimusyksikkö Lapin kultamaille



Indika Au, malminetsintää tukevien kenttämenetelmien testaus ja demonstrointi Sodankylässä -hanke toteutettiin Sodankylän kunnan vetämänä 1.6.2021-31.12.2022. Hankkeen tavoitteena oli tuottaa käytännön tietoa malminetsintämenetelmistä yritysten palvelutarjonnan kehittämiseksi ja uuden yritystoiminnan aikaansaamiseksi. Tähän pyrittiin kehittämällä ympäristöystävällisiä, kustannustehokkaita ja riittävän tarkkoja kultatutkimuksen maastotyön menetelmäpaketteja, joita pystytään tuottamaan Keski-Lapissa paikallisesti.

Hanke oli jatkoa vuosina 2017-2019 toteutetulle Indika-hankkeelle (Sarala ym. 2019), jossa kehitettiin konsepti siirrettävälle indikaattorimineraalitutkimuksen tutkimusyksikölle. Projektipäällikkö **Janne Laine** Sodankylän kunnasta toteaa, että ”Indika Au -hankkeessa tuota konseptia pilotoitiin Sodankylän ja Kittilän alueilla ajatuksena testata indikaattorimineraalien konsentroitua ja on-site-geokemian sekä mineralogian analysointimenetelmiä käytännön tutkimus-

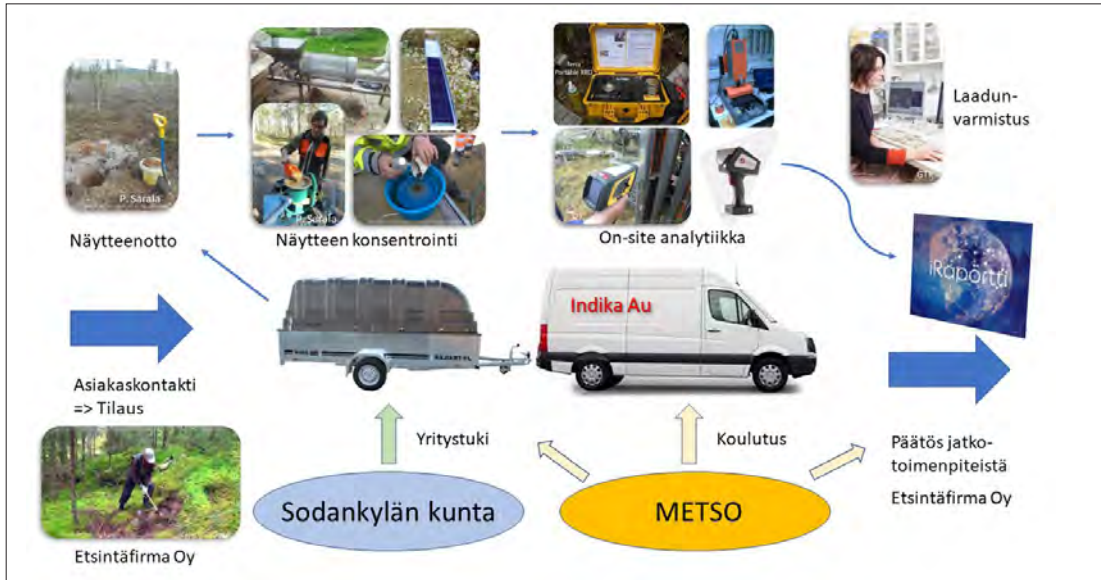
kohteissa Keski-Lapin olosuhteissa. Ajatus on ollut, että liikuteltava malminetsintää tukeva yksikkö voisi tarjota alueen yrittäjille mahdollisuuden aloittaa alan yrityksiä tukevaa palvelutoimintaa kohtalaisen matalilla kustannuksilla”.

Hankkeessa testattiin myös ns. kullankaivajamenetelmien soveltuvuutta kullan ja sen seuralaismineraalien kenttäkonsentroidiin moreeni- ja rapakallionäytteistä. Tutkimusajatuksena oli, että kullankaivajamenetelmiä ja erilaisia on-site-analysaattoreita voidaan soveltaa ja hyödyntää malminetsinnässä sekä ympäristönäkökohdat huomioon ottavassa malminetsintätutkimuksessa.

Indika Au -hankkeen keskiössä oli mobiiliyksikön suunnittelu ja testaus. Hankkeessa selvitettiin sopivin malli mobiilille/siirrettävälle yksikölle, johon voidaan sijoittaa sekä näytteiden esikäsittelyyn ja analysointiin tarvittava kenttäkalusto että laboratorioafasilitteetit kentällä tai tukikohdassa tapahtuvaan indikaattorimineraalitutkimukseen. Erikoistutkija **Irmeli Huovinen** Geologi-

an tutkimuskeskuksesta (GTK) toteaa, että ”Mobiilivaihtoehdoista valittiin kustannustehokas pakettiauto-peräkäräry-yhdistelmä, joka osoittautui toimivaksi ratkaisuksi maasto-olosuhteissa. Kultarakeiden erottaminen moreeni- ja rapakallionäytteistä onnistui kaikilla testatuilla kohteilla”.

Eri menetelmät ja tekniikat, joissa otettiin huomioon myös ympäristönäkökohdat esimerkiksi vähentämällä maa-ainesten käsittelyä ja lisäämällä vesien kierrättämistä, yhdistettiin pilotoitavaan mobiiliyksikköön. Pakettiautoon sisällytettiin menetelmien käyttöä tukevat pöytätilat ja riittävät varusteet. Sähkön riittävyys varmistettiin aggregaattilla ja autossa olevalla latausmahdollisuudella. Raskasmineraalien erotuksessa käytetty suljettu vedenkierto rakennettiin ja testattiin ennen kesällä 2022 toteutettua maastojaksoa. Näytteiden konsentroidiin käytettiin niin spiraalirikastinta kuin rännitystä ja käsin vaskaamista. Vedensaanti maastossa taattiin peräkäräryssä kuljetetulla vesisäiliöllä. Analytiikka toteutettiin erilaisilla mineraa-



lien analysointimenetelmillä (hyperspektri ja pXRD) sekä alkuaineiden tunnistukseen soveltuvalla analyysointilaitteella (pXRF). Lisäksi käytössä oli mikroskoopi raskasmineraalien tunnistamiseen. Huomioitavaa on, että mobiiliyksikön analyysointitarjontaa on mahdollista laajentaa ja täydentää malminetsintätarpeiden ja malmityyppien mukaisesti.

Hankkeessa testattiin myös keinoja parantaa kullan erottamisessa perinteisesti käytetyn rännityksen luotettavuutta ja toistettavuutta sekä käytettävän vesimäärän vähentämistä. Tutkimusrännitykset osoittivat, että rännitys on mahdollista toteuttaa vähäisellä vesimäärällä. Projektipäällikkö Antti Peronius (Redu) vastasi tästä hankkeen osiosta. Lisäksi kehitettiin automatisoitu mikro-

vaskooli, jota pilotoitiin Oulun yliopistossa, Oulu Mining Schoolin (OMS) tiloissa. Professori Pertti Sarala OMS:sta painottaa, että ”tehdyt kokeet osoittivat mikrovaskoolin toimivan suunnitellusti ja että laitetta kannattaa kehittää edelleen aina kaupalliseksi tuotteeksi asti”. Hankkeessa syntyi myös alirakointisijoille tarkoitettu omavalvontalomake, joka ohjaa etenkin malminetsinnän alihankintaa ja tukitoimintoja.

Indika Au -hanke toteutettiin tiiviinä hankeparina tässä samassa lehdessä esiteltävän METSO-hankkeen kanssa. Hankkeesta saatuja tuloksia hyödynnettiin METSO:n malminetsintä ja tutkimuskoulutuksen suunnittelussa ja pilotoinnissa. EAKR-rahoitettujen Indika Au -hankkeen päätoteuttajana oli Sodankylän kunta ja osatoteuttajina GTK, OMS ja REDU. Hanke päättyi vuoden 2022 lopussa ja loppuraportti valmistui maaliskuussa 2023 (Laine ym. 2023). ▲

## Kirjallisuus

- Laine, J., Huovinen, I., Peronius, P. & Sarala, P. (toim.) 2023. Indika Au, malminetsintää tukevien kenttämenetelmien testaus ja demonstrointi Sodankylässä - Loppuraportti. Sodankylän kunta, 33 s., 2 liitettä. Online PDF-julkaisu, saatavana: <https://www.sodankyla.fi/projektit-ja-hankeet/indika-au-%E2%88%92-malminetsintaa-tukevien-kenttamenetelmien-testaus-ja-demonstrointi-sodankylassa/>
- Sarala, P. (toim.), Taivalkoski, A. (toim.), Huovinen, I., Kalliosalo, H., Karinen, J., Koskinen, H., Lehtonen, M., Lukkari, S., Strand, K., Toppila, R., Joutsenvaara, J. & Valkama, J., 2019. Indikaattorimineraalien automatisoitu tunnistaminen kriittisten mineraalien etsinnässä – Indika: Loppuraportti. (Automated identification of indicator minerals in critical minerals exploration – Indika: Final report) Geologian tutkimuskeskus, Raportti 47/2019, 75 s. + 4 liitettä.

TEKSTI: KRISTINA KARVONEN, GTK JA KUVAT: PERTTI SARALA



<https://www.sodankyla.fi/projektit-ja-hankeet/indika-au-%E2%88%92-malminetsintaa-tukevien-kenttamenetelmien-testaus-ja-demonstrointi-sodankylassa/>

# TAPOJÄRVI

Since

# 1955

Vastuu turvallisuudesta,  
laadusta ja ympäristöstä  
tekee työstämme  
merkityksellisen.



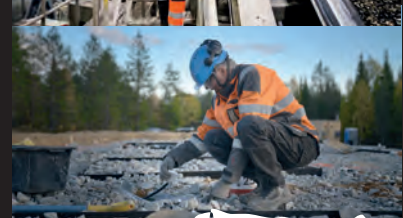
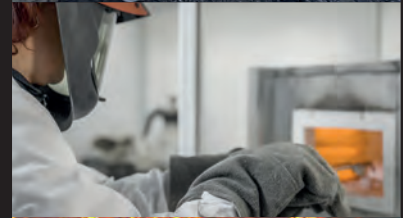
## KESTÄVÄMPÄÄ KÄYTTÖÄ LUONNONVAROILLE

Tapojärvi tekee yhteistyötä asiakkaidensa kanssa löytääkseen ratkaisuja luonnonvarojen kestävämpään käyttöön. Yhtio on luonut uutta liiketoimintaa, joka hyödyttää ennen kaikkea ympäristöä, mutta tuo myös suoria kustannussäästöjä asiakkaille.

Tapojärvi käsittelee kaivoksissaan ja tehtaillaan vuosittain 47,9 miljoonaa tonnia erilaisia materiaaleja. Osa materiaaleista on teollisuuden sivutuotteita, jotka Tapojärvi jalostaa kierrätystuotteiksi. Näin materiaalit ja luonnonvarat saavat uuden elinkaaren.

Tapojärven liiketoiminta on teollisen mittakaavan kiertotaloutta, joka käsittelee teollisuuden sivutuotteita jatkuvassa prosessissa ja luo uusia ratkaisuja kaivosteollisuuden tarpeisiin.

[www.tapojarvi.com](http://www.tapojarvi.com)



Kestävä, kotimainen, välttämätön

 **Hannukainen  
Mining**



radai

# Projektirahoitukset tuotekehityksen tukena pitävät Radain innovaatiot geofysikaalisten lennokkimittausten kehityksen kärjessä

**M**iehitämättömien lennokkien eli droonien tai dronejen kehitys harrastevälineistä ammattikäyttöön soveltuviksi laitteiksi on ollut nopeaa viimeisten kymmenen vuoden aikana. Vielä 2010-luvun alussa droneilla ei ollut paljoakaan käytännön sovelluksia tai kaupallista käyttöä, mutta tekniikan kehittyttyä niiden hyödyntäminen on lisääntynyt voimakkaasti. Radain tarina alkoi kymmenen vuotta sitten vuonna 2013, kun yhtiön perustajakaksikko päätti asentaa itserakennetun, maan magneettikenttää mittaavan laitteen miehitämättömään lennokkiin. Yritysten ja epäonnistumisten kautta idea kehittyi kehittymistään ja lähti lopulta niin sanotusti lentoon.

Vuonna 2013 tuore yhtiö sai Keksintösäätiöltä ensimmäisen tukiprojektinsa, jonka turvin saatiin tuotekehitykseen lisää vauhtia muun muassa uusien lennokkien muodossa. Vuonna 2014 saatu yrityksen kehittämistuki Tekesiltä edesauttoi yritystä satsaamaan

lisää voimavaroja ja laitteita tuotekehitykseen. Vuotta myöhemmin Luonnonvarain tutkimussäätiö myönsi Radaille ja Oulun yliopistolle kolmivuotisen apurahan dronejen avulla toimivan sähkömagneettisen (SM) mittalaitteen kehittämiseksi. Vuonna 2017 Radai pääsi mukaan EIT Raw Materialsin rahoittamaan projektiin ja samana vuonna yritys sai ensimmäisen laajamittaisen kaupallisen asiakkaansa. Tämän jälkeen Radai on ollut mukana 5-6 isommissa EU-rahoitteisissa hankkeissa.

Radain malminetsintään tarjoama lennokkien avulla tehtävä geofysikaalinen lentomittaus on uudenlainen ympäristöä säästävä tutkimusmenetelmä. Dronejen avulla kerätty data maankamaran magneettisuudesta tarjoaa malminetsintään ja geologiseen kartoitukseen tärkeää tietoa, jonka ansiosta geofysiikan asiantuntijat voivat kohdistaa malminetsinnän jatkotoimia kiinnostavimmille alueille. Verrattuna maastossa jalan tehtäviin tutkimuksiin lennokkien avulla tehtävät mittaukset ovat huomattavasti no-

peampia ja turvallisempia suorittaa varsinkin vaikeakulkuisessa maastossa. Verrattuna miehitettyihin lentomittauksiin dronet ovat kustannustehokkaita, jos mittausalue on sopivan pieni, topografialtaan verrattain tasainen ja sen läheisyyteen on helppo pääsy.

## Magneettikentän mittausmenetelmä

Radain kehittämä droneilla tehtävä magneettikentän mittausjärjestelmä havaitsee Maan magneettikentän muutoksia, jotka liittyvät maankamarassa olevien magneettisten mineraalien määrän ja jakauman muutoksiin. Tämän tiedon avulla voidaan kartoittaa kallioperän rakenteita sekä numeerisesti tulkita niiden ulottuvuuksia ja asentoja. Digitaalinen 3-komponenttinen fluxgate-magnetometri on asennettuustomoituun VTOL (vertical take-off and landing) droneen. Sen autopilotti seuraa laadittua lentosuunnitelmaa, joka seurailee maaston topografiaa alueen digitaaliseen korkeusmalliin (DEM) perustuen. Käyttämällä useampaa dronea yhtä aikaa voidaan



yhdessä vuorokaudessa mitata jopa 1000 linjakilometriä. Kunkin mittauslennon jälkeen mittalaitteen keräämä aineisto ladataan palvelimelle, josta operaattori lataa sen omalle tietokoneelleen aineiston esiprosessointia ja laadun arviointia varten. Aineiston jälkiprosessointi tehdään käyttämällä Radain itsensä kehittämää, ekvivalenttikerrosmallinnukseen (ELM) perustuvaa menetelmää. Sillä tuotetaan lopulliset asiakkaalle toimitettavat kartat tutkimusalueen magneettikentästä ja sen johdannaisista, kuten naparedusoidusta kentästä sekä vertikaali- ja horisontaalide-rivaatoista.

Radai on kehittänyt tätä droneilla tehtävää magneettista mittausmenetelmää EIT Raw Materialsin Mulsedro-hankkeessa sekä EU Horizon 2020 NEXT-projektissa. Magneettisen totaalikentän lisäksi Radai tarjoaa asiakkaille 3-komponenttista vektoridataa (XYZ-komponentit), jonka 3D-inversio mahdollistaa tarkempien rakennetulkintojen tekemisen ja remanentin magnetoituman havaitsemisen. Menetelmän tehokkuus on vuosien varrella osoitettu toimivaksi myös kenttäolosuhteissa. Jos oletetaan, että tuhannesta kohteesta keskimäärin yksi osoittautuu lupaavaksi esiintymäksi, Radain viiden vuoden aikana tekemistä 130 mittauksesta 12 on ollut merkittäviä mineraalilyödyksiä Suomessa. Eräs merkittävimmistä on Ikkarin kultaesiintymä.

### **EU:n rahoittamat projektit erinomaista verkostoitumismahdollisuuksia**

EU:n rahoittamiin projekteihin osallistuminen on loistava paikka verkostoitumiselle, sillä niissä on mahdollista tutustua samanmielisiin kansainvälisiin yrityksiin ja tutkimuslaitoksiin sekä pysyä kärryllä

geotieteiden ja malminetsinnän uusimmista trendeistä. Tällä hetkellä Radai kehittää Louhi-nimisen SM-mittausmenetelmän kolmea erilaista järjestelmää EU:n rahoittamassa projektissa (H2020 GoldenEye, Horizon Europe Agemera sekä EIT Raw Materials DroneSOM). Näissä on mukana yrityksiä ja yliopistoja Alankomaista, Belgiasta, Bosnia-Herzegovinasta, Bulgariasta, Espanjasta, Kroatiasta, Romaniasta, Saksasta, Sambiasta, Tanskasta, Tsekin tasavallasta ja Virosta.

SM-mittaukset voidaan toteuttaa lennokkien avulla kolmella eri tavalla. Ensimmäisessä tavassa maastoon levitetään kiinteä, halkaisijaltaan jopa kilometrin leveä, eristetty metallijohtimesta koostuva SM-lähetinsilmukka ja dronella hinataan 40-60 m:n pituisen langan päässä kolmikomponenttista SM-vastaanotinta. Toisessa tavassa pieni, halkaisijaltaan noin metrin kokoinen SM-lähetinsilmukka on asennettu kiinteästi droneseen ja vastaanotinta hinataan joko samalla dronella, jossa lähetin on, tai toisella dronella, jota lennetaan lähetindronen vierellä tai perässä. Lähettimen ja vastaanottimen keskinäisen etäisyyden ja asennon muuttuminen toistensa suhteen tekee käsittelemättömästä mittausaineistosta erittäin häiriöistä. Asennon ja sijainnin tarkka mittaaminen mahdollistaa kuitenkin aineiston tulkinnan 1D-kerrosmaan mallia tai 3D-vokselimallia käyttämällä. SM-mittauksille on monia käyttökohteita kuten geologinen kartoitus, malminetsintä, pohjavesi- ja geotekniset tutkimukset sekä ympäristön monitorointi.

Vuonna 2020 Euroopan komission Innovation Radarin itsenäiset asiantuntijat totesivat Radain SM-mittausmenetelmän merkityksen huippuinnovaationa, jolla on huomattava markkinapotentiaali lähitulevaisuudessa. Louhi-järjestelmä on tällä het-

kellä pilotointivaiheessa ja se on tarkoitus lanseerata tämän vuoden lopulla. Magneettisten ja sähkömagneettisten aineistojen yhdistämisen myötä malminetsintäyhtiöille on tarjolla entistä parempaa tietoa maankamaran rakenteesta.

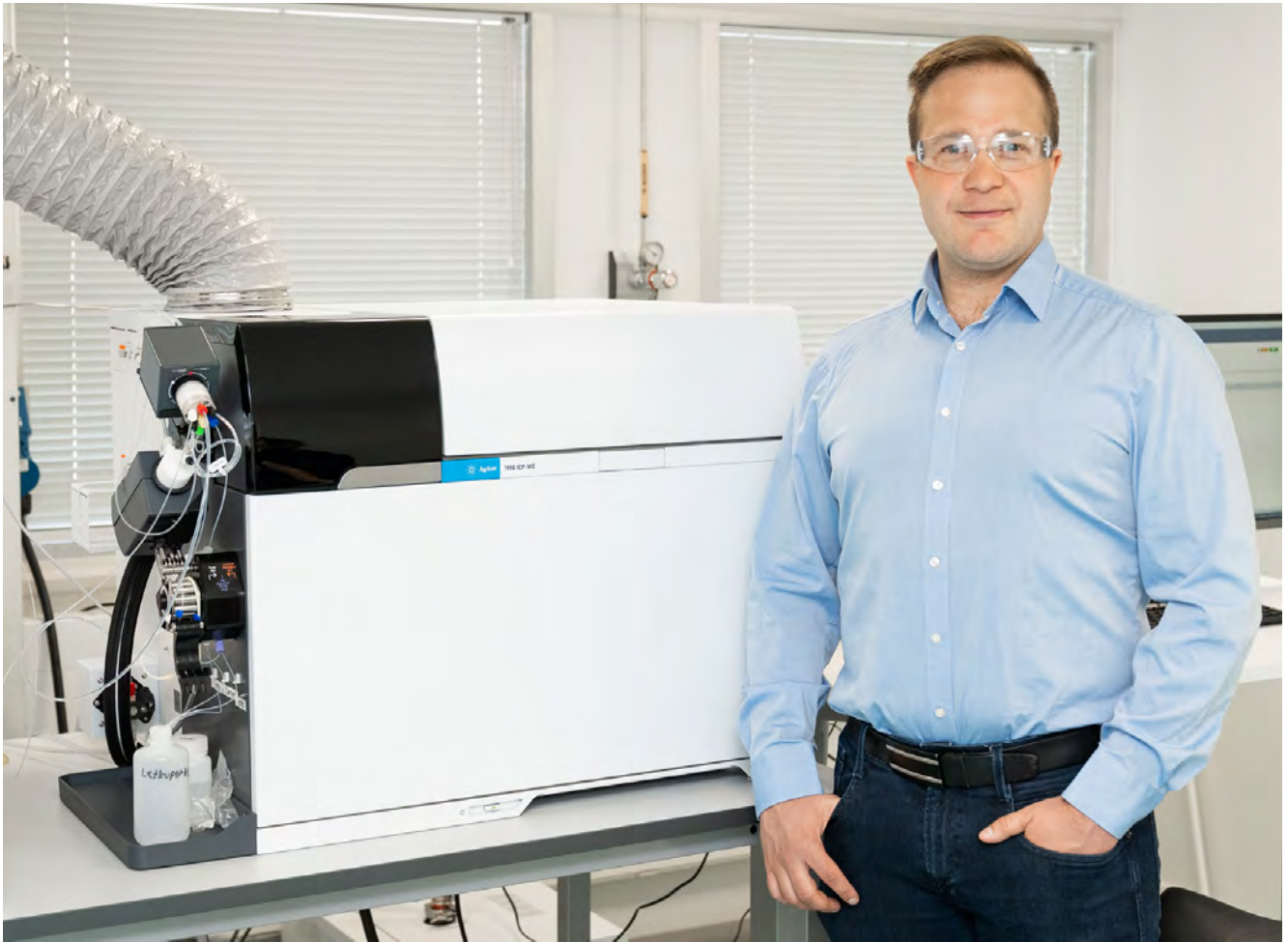
### **Itseään ruokkiva innovaatiokulttuuri**

Verkostojen lisäksi EU-projekteihin osallistuminen on luonut vahvempaa työnantajabrändiä, joka houkuttelee eri alojen osaajia yritykseen. Radain henkilökuntaan kuuluu niin innokkaita drone-harrastajia, yliopistotutkijoita kuin entisiä Nokian työntekijöitäkin. Heistä jokainen on oman alansa huippuosaaja ja he kaikki puhaltavat nyt yhteiseen "drone-hiileen". Radain matala organisaatorakenne ja työntekijöiden herkyys vaihtaa ideoita ja ajatuksia sekä antaa palautetta lisäävät tyytyväisyyttä työpaikkaan sekä rohkaisevat kokeilemaan uusia asioita. Tämän ansiosta yrityksen sisällä vallitsee positiivisen kehityksen kierre, jossa jatkuvasti kokeillaan rohkeasti, opitaan ja kehitetään uutta. Yrityksen motto on voidaankin pitää ajatusta, että seuraavalla kerralla asiat tehdään paremmin.

Tuotekehitys on jatkuva prosessi, jossa menetelmiä kehitetään asiakkailta saatavaan palautteeseen perustuen. Tuotekehityksessä olennaisena osana on avoin ilmapiiri, jonka taustalla on ajatus innovaatioiden kehittämisestä yhdessä tiiminä. Viimeisimmät edistysaskeleet on otettu datan analysoinnin saralla. Tavoitteena on ottaa enemmän irti kerätyistä mittausaineistoista ja tarjota asiakkaille parempaa palvelua. Radai on mukana useissa EU-tutkimusprojekteissa, joissa kehitetään koneoppimiseen perustuvia algoritmeja. Yhdistämällä esimerkiksi sähkömagneettista, painovoima- ja magneettista dataa sekä niiden johdannaistuloksia opetetaan algoritmeja luomaan ennusteita, joilla maastotutkimuksia voidaan kohdentaa malminetsinnän kannalta potentiaalisille alueille.

Radain tuotekehityspotkussa on vielä paljon tehtävää jäljellä. Kehittämiskohteita ovat mm. nykyisen drone-alustan parantaminen, uusien sensorien kehittäminen ja useiden sensorien yhtäaikaisten käyttäminen samassa dronessa. Kuten vierivä kivi ei samaloidu, ei Radainkaan innovaatiotoiminta pysähdy. Pyrimme jatkuvasti kehittämään ja auttamaan malminetsintäyhtiöitä saamaan tutkimuskohteistaan tietoa nopeammin, tehokkaammin ja luotettavammin. ▲

TEKSTI: ISABELA ION, MIIA MIKKONEN, MARKKU PIRTTIJÄRVI JA ARI SAARTENOJA



# Analyysilaboratorion toiminta malminetsinnässä ja kaivostoiminnassa

**A**nalyysilaboratoriolla on merkittävä rooli kaikissa kaivoksen elinkaaren vaiheissa. Jo pitkään ennen kaivoksen perustamista laboratorioanalyysejä tarvitaan malminetsinnässä, ympäristövaikutuksia arvioitaessa sekä kannattavuus selvitystä laadittaessa. Itse kaivostoiminnan ja rikastuksen aikana laboratorio on olennainen osa tuotannonohjausta sekä ympäristövalvonnan

suorittaja. Vielä kaivoksen sulkeuduttuakin analyysejä tarvitaan jälkihoidossa ja alueen ennallistamisessa.

Asiakkaan vaatimukset laboratoriolle vaihtelevat suuresti projektin eri vaiheissa. Jo heti projektin alkuvaiheessa, kun malminetsintää aloitellaan, olisi tärkeää avata neuvotteluyhteys laboratorioon, jotta voidaan selvittää asiakkaan tarpeet perusteellisesti. Laboratorio kertoo mielellään erilaisista analyysimahdol-

lisuuksista ja menetelmien soveltuvuuksista erityyppisille näytteille ja mineralisaatioille. Geologit ja laboratorion asiantuntijat pääsevät yleensä yhdessä keskustelemalla parhaaseen lopputulokseen näytteenkäsittely- ja analyysimenetelmien valinnassa.

Laboratorion on oltava joustava, monipuolinen, nopea ja ennen kaikkea laadukas. Asiakkaan on voitava luottaa siihen, että laboratorio tuottaa oikeellisia tuloksia. Yksi

ALOITUSKUVA

CRS Laboratories Oy:n toimitusjohtaja Ville Anttila katsoo tulevaan valoisin mielin.





Kairasydännäytteiden murskausta. CRS on viime vuosina panostanut paljon moderniin laitekantaan sekä työturvallisuuteen esikäsitteilytyössä.

merkki laboratorion laadusta on akkreditointi. Suomen kansallinen akkreditointielin FINAS toteaa testauslaboratorion päteväksi suorittamalla laboratorioon akkreditointiauditoinnin ja myöntää sen perustella akkreditoinnin 4 vuoden kaudeksi kerrallaan. CRS Laboratories Oy on FINASin akkreditoima pätevä testauslaboratorio vuodesta 2019 lähtien (SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 (T342)). Akkreditointi ei kuitenkaan yksinään takaa laboratorion laatua, vaan laboratorion sisäisen ja ulkoisen laadunvalvonnan tulee olla kunnossa. Esimerkkejä sisäisestä laadunvalvonnasta ovat näyte-erien mukana analysoitavat duplikaattinäytteet, sertifioidut referenssimateriaalit ja blank-näytteet. Lisäksi asiakasauditoinnit ovat tärkeä osa laadun-tarkkailua, joten CRS Laboratoriesilla ovat ovet aina avoinna asiakkaille.

Näytteen matka laboratoriossa alkaa näytelavojen vastaanottamisella. Vastaanotto-prosessissa tarkastetaan, että sinetit ovat ehjiä ja että lavojen sisältö vastaa asiakkaan toimitamaa näytelistaa. Lavojen radioaktiivisuus mitataan myös säteilevien näytteiden varalta. Näytteet kirjataan laboratorion tiedonhallintajärjestelmään ja punnitaan.

Koska analyysi tehdään yleensä pienelle osalle näytettä, on erittäin tärkeää, että näytteestä analysoitu osuus edustaa koko näytettä niin hyvin kuin mahdollista. Kivi- tai kaira-

sydännäytteiden kohdalla tämä saavutetaan pienentämällä ensin näytteen raekokoa, jotta se voidaan osittaa ja lopuksi jauhaa analyysihienouuteen. Laadukkaan osituksen perustana on, että jokaisella partikkelilla on yhtä suuri todennäköisyys päätyä analyysinäytteeseen. Tämä saavutetaan yleensä parhaiten pyörivällä näytteenjakolaitteella (RSD), joka on automaattinen prosessi ja ihmisen vaikutus osituksen laatuun on minimoitu. Mitä hienommaksi näytteen valmistaa ennen ositusta, sitä parempi on osituksen laatu. Alkuaineiden jakautuminen näytteen sisällä eli näytteen homogeenisuus vaihtelee suuresti. Esimerkiksi kulta- ja kuparimalmeissa, jotka voivat olla erittäin epähomogeenisia, osituksen laatu ja analyysinäytteen otto ovat todella tärkeitä tekijöitä näytteenkäsittelyssä.

Näytteen osituksen jälkeen vuorossa on analyysihienouuteen jauhaminen. Kuten ositussakin, tässä jauhettavan näytteen määrä riippuu pitkälti näytteen homogeenisuudesta. Mitä epätasaisemmin analysoitavat alkuaineet ovat jakautuneet näytematriisissa, sitä suurempi osuus olisi syytä hienontaa jauheeksi. Toisinaan päädytään jauhaamaan koko näyte edustavuuden maksimoimiseksi. CRS Laboratories pyrkii jatkuvaan parantamiseen ja seuraa alan innovaatioita silmä tarkkana. Yksi luonnollinen osa kasvua ja kehittymistä oli automaattijauhimen hankinta alkukesäs-

tä 2023. Sen avulla CRS pystyy jauhaamaan näytteitä entistä enemmän, nopeammin ja turvallisemmin, kun raskaat nostot käsin tehtävässä työssä jäävät minimiin. Tämä on sekä asiakkaita, mutta ennen kaikkea työntekijöitä palveleva investointi.

Kun näytteet on saatettu analyysihienouuteen, on itse analyysin vuoro. Malminetsinnässä ja kaivosteollisuudessa käytetään lukuisia eri menetelmiä riippuen mm. näytetyypistä, tutkittavista alkuaineista ja niiden pitoisuuksista. Yleisimmät analyysityypit ovat merkäkemialliset liuotukset kuningasvedellä ja neljän hapon liuotuksella, fire assay analyysit jalometalleille, XRF- sekä sulateanalyysit. Eri menetelmillä saadaan eri mineraaleja liukenemaan, riippuen asiakkaan tarpeesta.

Kun alkuaineet on saatettu mitattavaan muotoon, suoritetaan analyysin viimeinen vaihe mittalaitteella, joka valitaan usein pitoisuusalueen mukaan. ICP-massaspektrometrillä päästään todella alhaisiin pitoisuuksiin, mikä on malminetsinnässä ja ympäristönäytteiden kohdalla tärkeää. Röntgenfluorensenssispektrometrinen (XRF) analyysi taas on hyvä tuotannonohjaukseen, sillä voidaan nopeammin mitata korkeampia pitoisuuksia esim. malmi- tai prosessinäytteistä kaivostoiminnan jo ollessa käynnissä.

CRS Laboratories Oy palvelee malminetsintää ja kaivosteollisuutta koko elinkaaren aikana. Kempeleen päälaboratorio palvelee malminetsijöitä ja kaivoksia Pohjoismaissa ja lisäksi sivutoimipisteet asiakkaiden tiloissa palvelevat juuri heitä räätälöidysti. Kaivosprojekteissa on suuria investointeja ja rekrytointeja, joten CRS haluaa tukea kaivostoimijoita tarjoamalla laboratoriopalvelut ostopalveluna ”avaimet käteen”-periaatteella. CRS suunnittelee yhdessä asiakkaan kanssa juuri heille sopivimmat näytteenkäsittely- ja analyysimenetelmät, jolloin asiakkaan ei tarvitse investoida laboratoriolaitteisiin eikä etsiä osaavaa henkilökuntaa laboratorioon. Helppoa ja vaivatonta!

CRS Laboratories on vuonna 1994 perustettu, pääosin malminetsintää ja kaivosteollisuutta palveleva, kemiallista analytiikkaa tarjoava laboratorioyhtiö. CRS on vahvasti paikallinen, Kempeleessä pääpaikkaansa pitävä ja johdon omistama laboratorio. CRS:llä on lisäksi toimipisteet Outokummussa, Sotkamossa sekä Ruotsissa Skellefteån kupeessa. ▲

TEKSTI: DANIELA VESTERBACKA  
KUVAT: ANSSI MÄKELÄ



**material solutions advancing life**

[www.sibelco.com](http://www.sibelco.com)

Mikkelänkallio 3, FI-02770 Espoo  
+358102179800



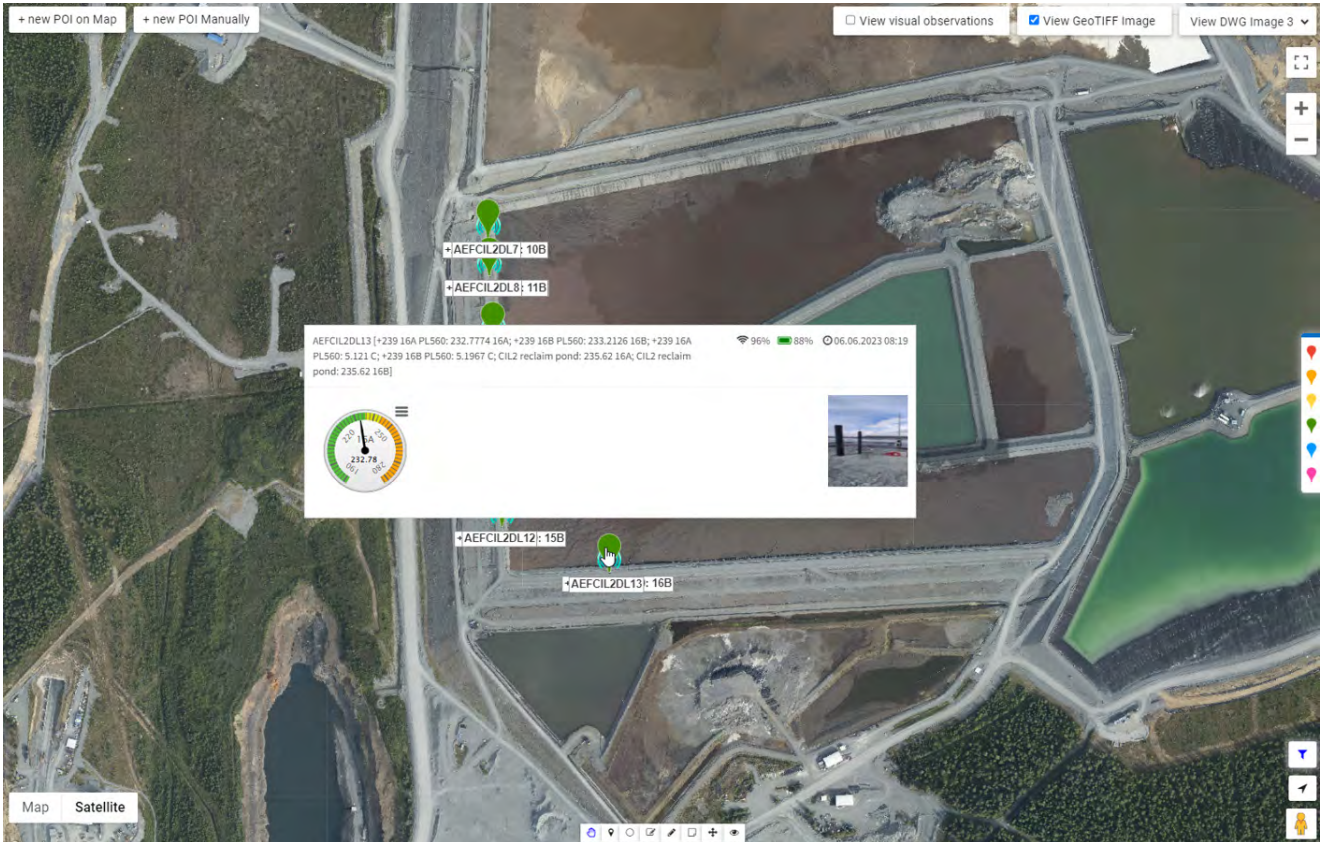
**masino**  
SUOMEN TPP

**Suomen TPP tarjoaa korkealaatuiset tuotteet kaivos-, rakennus- ja betonteollisuudelle**

- Laaja valikoima erilaisia kalliopultteja kallion lujitukseen mm. vaijeripultti, harjateräspultti
- Kaivosverkot maanalaisien tilojen tukemiseen
- Ventiflex-tuuletusputket maanalaisiin tunneleihin
- Teräskuidut ja makrokuidut betonin lujitukseen
- Betonin vedeneristysaineet
- Injektointisementit kallion ja maaperän injektointiin
- Raitisilma-, poistoilma- ja peräpuhaltimet savunpoistoon ja tuuletukseen

Suomen TPP Oy | Kärkikuja 3, 01740 Vantaa  
0400 407 235 | [info@suomentpp.fi](mailto:info@suomentpp.fi) | [www.suomentpp.fi](http://www.suomentpp.fi)  
Suomen TPP on osa Masino Groupia





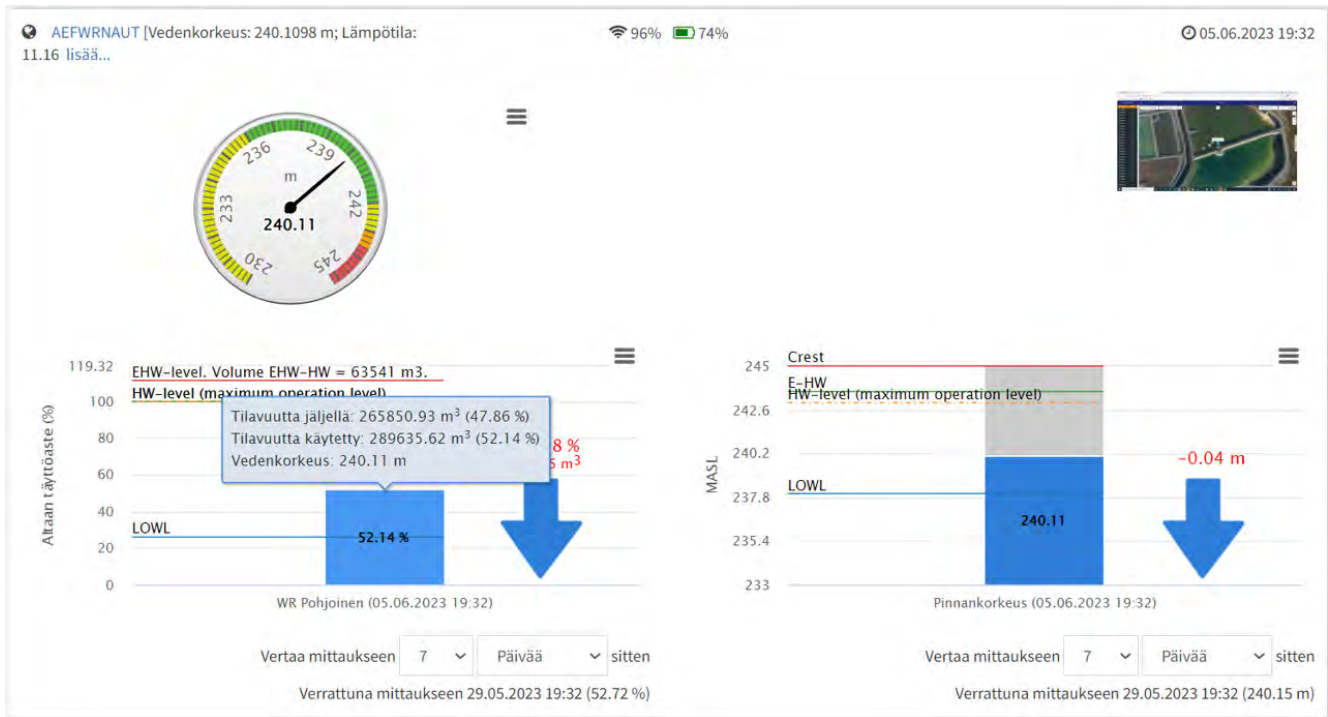
# Kittilän kaivoksella kohti reaaliaikaista kaivospatojen seurantaa

Kaivosyhtiöille yksi vastuullisen rikastushiekan hallinnan kulmakivistä on patoturvallisuus, johon liittyvät olennaisesti erilaiset monitorointiratkaisut. Kaivostoiminnan alussa monitorointilaitteiden määrä on yleensä rajallinen, dataa kerätään eri lähteistä niin automaattisesti kuin manuaalisestikin, ja datan hallinta on hajanaista. Toiminnan laajentuessa instrumentoinnin määrä kasvaa jatkuvasti, ja tämä tarkoittaa lopulta valtavaa datamäärää.

”Hajanaisen datan käsittelyyn voi upota paljon resursseja, eikä aikaa jää datan tulkin-  
nalle ja johtopäätösten tekemiselle. Tällaisen  
tulevaisuuden näkymän välttämiseksi Kit-  
tilän kaivos alkoi vuonna 2020 siirtyä kohti  
reaaliaikaista monitorointia kehittämällä  
kokonaisvaltaista patotarkkailujärjestelmää  
FinMeas Oy:n kanssa”, Jussi Nousiainen,  
Agnico Eagle Finlandin geotekninen in-  
sinööri kertoo.

ALOITUSKUVA

Mittapisteiden esittäminen kartalla FinMeas Online -järjestelmässä TARP:n värikoodien mukaisesti



Kuva 2. FinMeas Onlinen vedenkorkeuden visualisointi tarjoaa olennaiset tiedot yhdellä näkymällä. Käytetty kapasiteetti, tilavuus ja vedenkorkeus näkyvät samassa kuvassa. Mittari näyttää asetetut kynnsarvot.

## Datan visualisointi on patotarkkailujärjestelmän kulmakivi

Patotarkkailujärjestelmä kerää kaiken tarvittavan datan samaan järjestelmään ja jatkojalostaa datasta olennaista informaatiota sekä nostaa esiin huomiota vaativat asiat. Erilaisia datalähteitä ovat esimerkiksi automaattiset mittaukset, manuaaliset mittaukset, säätiedot, kenttähavainnot ja kamerakuvat sekä rajapintojen kautta mm. analyysitulokset ja kaivosten omien järjestelmien mittatiedot. Järjestelmä toimii myös kätevästi dokumenttipankkina kaikille mittalaitteisiin ja -tietoihin liittyville dokumenteille. Kenttähavainnot voidaan lisätä järjestelmään mobiililaitteella paikan päällä, jolloin kuvaa otettaessa havainnot tallentuvat automaattisesti aika- ja sijaintileimalla.

Tällä hetkellä Kittilän kaivoksella patojen noin 250 instrumenttia, mukaan lukien manuaaliset mittauspisteet, on visualisoitu kartalle paikkatietoina. Karttapohjassa hyödynnetään Kittilän omia ajantasaisia Geotiff-kuvia sekä suunnitelmien dwg-kuvia. Tämä auttaa hahmottamaan mittauspisteiden sijainteja. Mittapisteet esitetään tulosten mukaan karttapohjalla hyödyntäen Trigger Action Response Planin (TARP) mukaisia värikoodeja, joiden avulla laajankin alueen kokonaiskuva selviää nopealla vilkaisulla (ks. aloituskuva).

Värikoodeihin voidaan myös aktivoida hälytyksiä, jotka lähtevät nimetyille henkilöille sähköpostitse sekä tekstiviestitse, mikäli asetetut arvot ylittyvät.

Mittaustietojen visualisointeihin kuuluu perinteisiä kuvaajia, mutta myös paljon muita erilaisia visualisointeja, joista voi helposti ja nopeasti päätellä, mikä on tarkasteltavan kohteen tilanne. Yksi Kittilässä seurattavista kohteista on rikastushiekka-altaiden ja vesialtaiden vedenkorkeus (ks. kuva 2). Valitut kohteet, kuten HW-taso, tilavuuden päivittäinen vaihtelu, varastokapasiteetti ja vedenkorkeus voidaan esittää alustalla selkeästi ja käyttäjäystävällisesti. Vedenkorkeuden seuranta on kriittinen osa padon turvallisuutta, mutta myös tärkeää päivittäisten prosessien kannalta.

”Kattava seuranta ei siis tarjoa vain tietoa rikastushiekka-altaiden tilanteesta, vaan se myös tukee itse altaiden operointia, kuten rikastushiekkan läjitystä ja vesien hallintaa”, Nousiainen toteaa.

## Jalostettu mittatieto ja ennusteet tuovat apua prosessien ohjaukseen

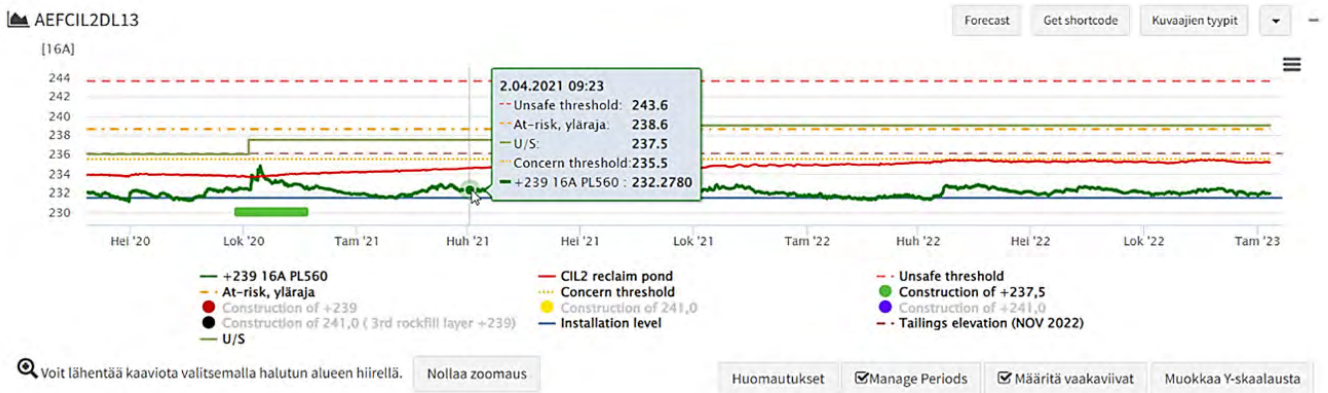
Kittilässä rikastushiekka-altaat sisältävät suhteellisen vähän vettä. Pääasiallinen veden varastointikapasiteetti on vesivarastoaltaissa ja Rouran avolouhoksessa. Nämä vesivarastot ovat osa operatiivista vesihuoltoa, joten

varastojen tilavuutta seurataan jatkuvasti. Vesienhallinnan osalta käyttäjä hyötyy järjestelmän edistyneistä laskentaominaisuuksista.

”Edistyneiden laskentojen avulla tuotetaan tietoa, kuinka paljon vettä on varastoituna kaivosalueella ja kuinka paljon tilavuutta kussakin altaassa on käytettävissä. Tästä datasta järjestelmä jalostaa edelleen tiedon, kuinka paljon varastointikapasiteettia on kokonaisuudessaan käytettävissä ja millaisia muutoksia on tapahtunut valitulla ajanjaksolla. Näin ollen kokonaiskuvan seuraaminen ja raportointi helpottuvat”, Nousiainen kertoo.

Historiallisen ja reaaliaikaisen datan tarkastelun lisäksi järjestelmä mahdollistaa erilaisten ennusteiden rakentamisen. Kittilän kaivoksella näistä ominaisuuksista on ollut hyötyä erityisesti herkin huokosvedenpaineen seurannassa ja tulosten tulkinnessa (ks. kuva 3). Esimerkiksi sadanta, altaan vedenkorkeus, rikastushiekkan läjitys ja rakennustyöt voivat vaikuttaa huokospaineeseen. Järjestelmässä on mahdollista määrittää, näytetäänkö huokospainetulokset y-akselilla anturien paineena vai metreinä merenpinnan yläpuolella (MASL). Yhdistämällä kaikki nämä tiedot samaan kuvaajaan todellisen mittauksen kanssa tuloksen tulkinnessa tulee helppoa ja tehokasta.

”Reaaliaikainen tilanne on saatavilla jatkuvasti sen sijaan, että kerättäisiin tietoja eri



Kuva 3. FinMeas Onlinen näkymä huokospaineen käyttäytymisestä ylävirtaan tehdyn korotuksen alla. Vihreä lyhyt viiva (lokakuu 2020) kuvaa rakennusaikaa. Vaakasuuntaiset viivat voidaan räätälöidä esittämään mahdollisesti huokospaineeseen vaikuttavia tekijöitä, kuten rikastushiekan läjitystä ja altaassa vallitsevaa vedenpintaa.

lähteistä ja yhdistettäisiin ne kerran viikossa raportiksi kokonaiskuvan luomiseksi. Tämä vapauttaa resursseja keskittyä itse tuloksiin ja niiden tulkintaan sen sijaan, että aika käytettäisiin tiedon keräämiseen ja sen käsittelyyn. Järjestelmä mahdollistaa pitkän aikavälin tarkastelun, mutta samalla voidaan myös tarkastella lyhyen aikavälin tilannetta vaikkapa rakennustöiden aikana, milloin patoa korotetaan ylävirtaan jo läjitetyn rikastushiekan päälle. Tämä ei ainoastaan paranna padon turvallisuutta, vaan se lisää myös työturvallisuutta tarjoamalla reaaliaikaiset olosuhteet rakennustyömaalle”, Nousiainen kertoo patotarkkailujärjestelmän hyödyistä.

### Automatisoidut raportit vähentävät manuaalista työtä

Patotarkkailujärjestelmän käyttöönotto vuonna 2020 on parantanut merkittävästi Kittilän kaivoksen rikastushiekka-altaiden patoturvallisuustarkkailua tarjoamalla mahdollisuuden reaaliaikaiseen päivittyvään tietoon ja mittaustietojen etäkäyttöön eri laitteilla, kuten matkapuhelimilla ja kannettavilla tietokoneilla. Tämän lisäksi myös mittaustietojen raportointi on helpottunut ja manuaalinen työ vähentynyt.

Järjestelmän raportointitoiminnolla voidaan luoda valmiita raporttipohjia, joihin haluttu data päivittyy automaattisesti. Raportointityökalu toimii valmiiksi tehdyillä raporttipohjilla, joihin tuodaan eri parametrien halutut lyhytkoodit. Lyhytkoodeihin voidaan asettaa erilaisia käskyjä kuten eri ajanjaksoja tai minimi- ja maksimiarvojen esittämisiä. Raporttipohjan luonnin jälkeen järjestelmä generoi halutut mittaustulokset

asetetuin aikavälein vastaanottajien sähköpostiin docx- tai pdf-muodossa. Asiantuntijat saavat raportit halutuin aikavälein sähköpostiinsa ja voivat itse keskittyä raporttien luomisen sijaan johtopäätösten tekemiseen ▲.

TEKSTI: **HANNA NYKÄNEN (FINMEAS), JUSSI NOUSIAINEN (AGNICO EAGLE) JA SAMI YLÖNEN (FINMEAS)**


## FinMeas

### YMPÄRISTÖ- JA PATOTARKKAILUJÄRJESTELMÄ



**DATA JA DOKUMENTIT SAMAAAN JÄRJESTELMÄÄN**

- Automaattisten ja manuaalimittausten data
- Rajapinnat eri tietolähteiden välillä



**REAALIAIKAINEN MITTATIEOJEN HALLINTA**

- Datan visualisointi, analysointi ja jatkojalostaminen
- Hälytykset sallittujen raja-arvojen ylityksessä



**AUTOMATISOITU RAPORTOINTI**

- Viikko-, kuukausi- ja vuosiraporttien automatisointi
- Manuaalisten työvaiheiden minimointi

[www.finmeas.com](http://www.finmeas.com)



Palsatech:

# Työturvallisuus malminetsinnän kenttätöissä

## Johdanto

Työturvallisuus ja ympäristön huomioon ottaminen ovat tulleet entistä tärkeämpään rooliin nykyaikaisella malminetsintätyömaalla, varsinkin kun puhutaan timanttikairausvaiheesta. Suurten kansainvälisten kaivos- ja malminetsintäyhtiöiden vaatimukset ovat joiltain osin kertaluokkaa suuremmat kuin mitä meidän oma lainsäädäntömme vaatii. Nämä ohjaavat meitä entistä turvallisempiin työtapoihin niin ihmisten kuin ympäristönkin kannalta. Tämä puolestaan edesauttaa alamme sosiaalisen hyväksyttävyyden saamista. Tässä jutussa käydään läpi niitä asioita, joita kairausprojektin läpivienti vaatii työturvallisuuden kannalta.

## Ennen töiden aloittamista

Jokainen vähänkään laajempi projekti aloitetaan huolellisella suunnittelulla ja pohjatietojen keruulla. Kartat, ilmakuvat sekä laserkeilausaineisto ovat hyvänä apuna malminetsintätyötä suunniteltaessa. Huomioon otettavia asioita turvallisuuden kannalta ovat tiestö, olemassa olevat reitit, vesistöt, suot (ja niiden kantavuus), voimalinjat, puhelinverkon toiminta sekä maaston erityispiirteet. Lisäksi vuodenajasta riippuen myös säätila voi vaikuttaa työmaan turvallisuuteen (pakanen, tuuli, helle, sade/ukkonen, lumi).

Tarvittava kalusto ja välineistö tarkastetaan sekä huolletaan/täydennetään ennen töiden aloitusta. Samalla kartoitetaan

eri työvaiheiden ergonomiiaa, jotta osataan hankkia oikeanlaisia työvälineitä. GPS-seurantalaitteisto olisi hyvä asentaa mahdollisiin kulkuneuvoihin turvallisuuden ja seurannan kannalta. Varsinkin herkillä alueilla työskennellessä GPS-seuranta on melkein päinoita keinoja varmistua siitä, missä projektialueella liikutaan tai on liikuttu.

Valmistautumiseen kuuluu myös vierailu työalueella ennen varsinaisten töiden aloittamista. Tällöin saadaan paras mahdollinen tieto liikkumisesta alueella, yhteyksien toiminnasta, maastosta ja mahdollisista riskitekijöistä. Vierailun jälkeen voidaan laatia projektikohtainen pelastautumissuunnitelma. Paikallisia ihmisiä sekä tahoja on hyvä informoida tulevasta työmaasta sekä olla yhteydessä muihin alueen toimijoihin (metsätalous, poronhoito, metsästysseurat).

Juuri ennen töiden alkua pidetään yhteinen palaveri kaikkien projektiin osallistuvien kesken. Siinä käydään läpi työsuunnitelma sekä turvallisuuteen liittyvät asiat. Samalla sovitaan projektin yhteiset pelisäännöt liikkumisen, turvallisuuden ja informoinnin osalta. Kaikkien toimijoiden kuuluisi noudattaa samoja yhteisesti sovittuja sääntöjä, jotta alueella on jokaisen turvallista toimia.



## Töiden aikana

Projektin onnistumisen ja työturvallisuuden kannalta työmaata tulee valvoa sen ollessa käynnissä. Tähän kuuluu jalkautuminen työmaalle sekä urakoitsijan että tilaajan edustajien kanssa, jolloin käydään työtehtäväkohtaisesti läpi ennen projektia suunnitellut riskiarviot ja työohjeet. Usein maastossa tapahtuvassa työssä tulee uusia työvaiheita tai olosuhteet muuttuvat, jolloin ohjeistus ei täsmääkään työtehtävään. Tällöin on hyvä istua alas ja pitää niin sanottu tuumatuokio. Havaitut muutokset kirjataan työohjeisiin ja riskiarvioihin, jotka hyväksytetään asiakkaalla. Tärkeintä on kuitenkin tiedottaa välittömästi kaikkia projektiin osallistuvia tahoja.

Kenttätöiden aikaista havainnointia on hyvä painottaa. Turvallisuus-, ympäristö- ja laatu-poikkeamat raportoidaan heti eteenpäin ja tarvittaessa keskeytetään työt, mikäli tilanne sitä vaatii. Tehdyt havainnot tulee käsitellä asianmukaisesti nopealla aikataululla urakoitsijan työnjohdon/tilaajan puolesta.

Kaikenlainen liikkuminen on suurin yksittäinen riskitekijä projektin aikana. Tätä riskiä hallitaan huolehtimalla kulkuväylien turvallisuudesta, pitämällä ajokoulutuksia sekä huomioimalla ajonopeudet. Päivittäin käytettävät ajoväylät sekä yhteiset alueet on hyvä pitää kunnossa. Tämä pitää sisällään

yleisen siisteyden ylläpitämistä, reittien lanaamista, tiestön auraamista ja hiekoittamista.

Kenttätöet sijaitsevat usein kaukana asutusköksistä, joten ennen projektia tehtyä pelastautumissuunnitelmaa on hyvä harjoitella käytännössä. Harjoittelu maastossa vie vain hetken aikaa, mutta sillä voi olla henkeä pelastava vaikutus vakavissa onnettomuusilanteissa. Tämä korostuu varsinkin, kun ala on muuttunut yhä kansainvälisemmäksi, ja työntekijöitä on saapunut projektiin useista eri maista. Usein vasta käytännön harjoittelulla saadaan oikea kuva siitä, mitä ihmisen pelastaminen maastosta vaatii, sekä minkä verran aikaa hoitoon pääsy vie.

## Töiden jälkeen

Välittömästi työn päätyttyä tarkastetaan projektialue, siivotaan kairapaikat ja varikkoalueet. Tähän liittyviä toimenpiteitä ovat maaputkien katkaisu ja hatutus, mahdollisten kylttien ja muiden merkintöjen poistaminen, jotta näistä ei aiheudu muille maastossa liikkuville haittaa. Siivouksen jälkeen on myös hyvä tapa dokumentoida koko alue ennen kuin sieltä poistutaan. Mikäli reiteille tai tiestölle on tullut vaurioita, on niiden korjaamisesta sovittava maanomistajien/tiekuntien kanssa. Projektin päätyttyä kaikki osallistuvat loppupalaveriin, jossa käydään

läpi onnistumiset, epäonnistumiset sekä kehityskohteet tulevaisuutta ajatellen.

## Lopuksi

Viimeisten vuosien aikana on huomattu, että ajattelu työturvallisuutta kohtaan on muuttunut positiivisempaan suuntaan niin yhtiöiden kuin työntekijöidenkin puolelta. Aiemmin se nähtiin usein vain työtä hidastavana seikkana tai 'pakollisena pahana'. Suurimmalla osalla yhtiöitä työturvallisuuteen liittyvät perusasiat ovat kunnossa. Pienimmillä yrityksillä ei tietenkään ole resursseja ihan kaikkeen, mutta myös heidän vaatimustasonsa on noussut. Kalusto kehittyä koko ajan, ja esimerkiksi työergonomiaa on pystytty parantamaan merkittävästi siten, että raskaimmista nostoista maastossa on päästy eroon koneiden ja muiden teknisten ratkaisujen avulla.

Ehkä malminetsintäalallekin olisi hyvä saada jonkinlaiset yhteiset pelisäännöt turvallisuuden osalta. Tällä hetkellä jokainen yhtiö noudattaa aika pitkälle omia sääntöjään ja ohjeistuksiaan. ▲

**KIRJOITTAJAT: JOUNI JAAKOLA, KENTTÄOSASTON PÄÄLLIKKÖ & HANNU AHOLA, PÄÄGEOLOGI (PALSATECH OY)**





# Syvät kairareivät

**A**rctic Drilling Company Oy Ltd (ADC) on toiminut kalliokairauksen urakoitsijana vuodesta 2004 saakka ja nähnyt markkinoiden kehityksen suunnan jo lähes 20 vuotta. Viimeisten kuuden vuoden aikana olemassa olevien asiakkuuksien reikien keskisyvydet ovat muuttuneet merkittävästi. Vielä vuonna 2016 ADC:n kairaamien pintakairausreikien keskisyvydet olivat 600 m luokkaa ja vuonna 2022 reikien keskisyvyys oli lähes 1100 m. Näin alkuun voidaan todeta, että yli 1000 m syvyydessä kairaminen on ajankäytöllisesti hyvin erilaista kuin alle 500 m syvyyksissä. Syvemmällä aikaa menee paljon sydänputken pumpaamiseen, sydänputken ylös vaijerointiin sekä kairausterän vaihtamiseen. Valitettavasti kaikki näihin työvaiheisiin käytetty aika on aina pois varsinaisesta reiän kairaamisesta, mutta nuo vaiheet ovat pakollisia. Reikien syventyminen on tuottanut matkan varrella merkittäviä haasteita, joiden ratkaisemiseen ADC on ohjannut huomattavasti resursseja ja investointeja. Lisäksi pohjoismaisessa

toiminnassa ympäristön kantokyky ei saa vaarantua syvien kairausreikien tai niissä käytettyjen ratkaisujen vuoksi.

Reiän tavoitesyvyyden ylittäessä varsinkin 1500 m muodostuu elintärkeäksi huolehtia reiän stabiloinnista alusta saakka. Kalliope-  
rän ollessa ehyttä ja kivilajien riittävän kovia tästä ei välttämättä tarvitse huolehtia, mutta usein syvälle kairatessa törmätään savi- tai kalkkikivikerrostumiin ja rikkovyöhykkeisiin. Pidempiaikainen kairaminen epästabiililla reiällä johtaa yleensä reiän paikallisiin sortumiin, putkien tarttumiseen kiinni tai jopa putkiletkan katkeamiseen ja näiden kautta reiän menettämiseen. Kairauksessa on siis tavoitteen syvyyden mukaan otettava huomioon alkureiän olosuhteet ja parannettava niitä, jotta tavoitteeseen päästään. Käytetyin ja perinteisin keino stabilointiin on reiän rikkoisten kohtien sementointi, joka oikein toteutettuna auttaa hyvin. Sementoinnin huonoja puolia ovat pitkä ja olosuhteista riippuva kuivumisaika, vesi- ja maaperäriippuvainen resepti sekä huono toteutusmahdollisuus, jos reiässä on merkittävää vesivirtausta. Uusim-

pana keinona ovat tulleet käyttöön vaijerilla reikään laskettavat työkalut, joilla voidaan syöttää rikkonaisiin kohtiin reikää stabiloivaa kemikaalia. Tämän toimintatavan tärkein etu on aikasäästö, joka saavutetaan verrattuna sementointiin. Kuitenkin suurissa rikkonaisissa kohdissa ei tästä välttämättä ole hyötyä. Arvokkain, mutta samalla varmin tapa varmistua alkureiän stabiloinnista, on sijoittaa reikään suojaputket eli kairata kokoa suuremmalla kairauskalustolla mahdollisimman syvälle. Suosituin kairauksessa käytettävä koko on 76mm (NQ) halkaisija, joten suojaputket kairataan tällöin 96mm (HQ) kokoisella kalustolla. Pohjoismaisissa on tälläkin hetkellä alueita, joissa yli 1200m syvien reikien kairaminen ilman suojaputkia on todella haastavaa tai lähes mahdotonta.

Kaikessa kairauksessa on yleistynyt viimeisten 10 vuoden aikana kairauskemikaalien käyttö, mutta näistä saatava hyöty korostuu syvälle kairatessa. Kairauskemikaali on yleisnimitys lisäaineille, joita kairausprosessissa käytetään. Nämä ovat yleisimmän erilaisia synteettisiä, semisynteettisiä tai luon-





non polymeereja. Näiden avulla parannetaan kiintoaineksen poistumista terältä ja reiästä, jäädytetään terää paremmin, vähennetään kitkaa ja värinää kairausputkissa, stabiloidaan reikää, estetään tiettyjen kivilajien kohdalla tapahtuvaa reiän supistumista ja vähennetään sydänhukkaa. Käytettävien kairauskemikaalien kohdalla avainasemassa on huolehtiminen niiden ohjeiden mukaisesta sekoittamisesta kairausveteen. Kairauskemikaalien käytössä parhaan mahdollisen hyödyn saavuttamiseksi on tärkeää testata aluekohtaisesti erilaisten kemikaalien kombinaatiot, sillä yhdistelemällä kemikaaleja voidaan korostaa tiettyjä ominaisuuksia. Yleensä suomen kielessä käytetty termi ”kemikaalit” aiheuttaa negatiivisen mielleyhtymän ympäristön suhteen, mutta englanniksi termi on ”drilling fluid”. Näistä kairauksen lisäaineista kuitenkin 95% on biohajoavia, mitkään ainesosista eivät ole vesiliöistölle myrkyllisiä tai biokertyviä, ja siirtäjäaineina käytetään kasviöljypohjaisia ainesosia.

Syväälle kairattaessa tilaajan eli yleensä kaivos- tai malminetsintäyhtiön tarvitsema tieto on kaikista tärkeintä syvyyksissä, jotka ovat lähellä tavoitetta. Tästä syystä alkureiästä voi syntyä niin sanottuja turhia metrejä, joiden näyte ei välttämättä tuota lisäarvoa. Ohjattua kairauksia käyttämällä reikää voidaan haaroittaa ja tuottaa pääasiassa näytettä, joka on tilaajalle arvokasta. Ohjatun kairauksen käyttö on vielä kokonaisuutenaan suhteutettuna harvinaista, mutta sen määrä on nimenomaan reikien syventymisen vuoksi

lisääntynyt. Ohjatussa kairauksessa voidaan myös ilman kiilan käyttöä haaroittaa reikää halutulla syvyydellä ja saavuttaa reikäteipisteitä, jotka ovat vaakasuunnassa jopa satojen metrien päässä toisistaan. ADC:lla on omassa käytössään Azidrill-työkalu ja ohjattuun kairaukseen koulutettu tiimi, joiden avulla voidaan joustavasti toteuttaa ohjatun kairauksen projekteja. Hyötyä tästä menetelmästä on myös, kun halutaan varmistua syvällä olevan reiän tarkasta tavoitteeseen osumisesta. Syvien reikiä kairaaminen on aina arvokasta eikä ole kenenkään etu, jos reiästä saatu näyte ei tuota tilaajan tarvitsemaa lisäarvoa.

Syvien reikiä kairauksessa kairakone on yhdellä reikäpaikalla kohtuullisen pitkään, ja tietenkin ohjattua kairauksia käytettäessä tämä aika pitenee merkittävästi. ADC on työskennellyt projekteissa, joissa ohjattua kairauksia tehtäessä kairakone on ollut samassa paikassa 6–9 kuukautta. Luonnollisesti tuolle paikalle aiheutuva ympäristökuorma kasvaa samassa suhteessa. Näkyvin ja varmasti huomattavin paikallinen kuorma ympäristölle tulee reiästä nousevasta kairausvedestä ja sen mukana kulkeutuvasta kiintoaineksesta. Tutkitut pitkäaikaisvaikutukset aluskasvillisuuden peittymisestä kiintoaineksella ovat vielä jonkin verran kiistanalaisia, mutta kairapaikan jättämä visuaalinen jälki on ainakin lyhytaikaisesti huomattava.

Kairausvesien hallinta voidaan toteuttaa muun muassa maakuoppia kaivamalla ja laskeuttamalla. Kuitenkin nykyisessä toi-

mintaympäristössä ADC suosittelee syväkairauksen yhteydessä käytettäväksi koneellista kairausveden puhdistusta. Tällöin reiästä nouseva vesi kerätään talteen, pumpataan puhdistuslaitteiston läpi ja projektista riippuen puhdas vesi voidaan laskea hallitusti maastoon tai laittaa uudestaan kiertoon. Jälkimmäinen tapa on suljettu kierto, jolloin kallioperän kiintoaineksen ominaisuuksien mukaan kairausvesi käytetään uudelleen, kunnes se on kylläistä. Viimeisessä vaiheessa näissä projekteissa kairausvesi sitten toimitetaan säiliöissä pois työmaalta ja otetaan kiertoon uutta, puhdasta vettä. Oli kairausveden lopullinen käsittely tehty kummalla tavalla tahansa, kiintoaineksen poistamisella vedestä saavutetaan huomattavasti pienempi ympäristöjalanjälki kairauspaikalle.

Vaikka kairaaminen itsessään on hyvin samanlaista lähellä maanpintaa tai syvällä, on syväälle kairattaessa otettava huomioon useita aiemmin käsiteltyjä seikkoja. Suunniteltaessa projektin aiempiin reikiin verrattuna merkittävästi syvempiä reikiä on hyvä olla yhteistyössä urakoitsijan kanssa, jolla on paljon kokemusta syvien reikiä kairaamisesta. Valmistautumisella pystytään säästämään syvän reiän kairauksen aikana merkittävästi aikaa, rahaa ja ympäristövaikutuksia. ▲

TEKSTI: **ALEKSI AUTTI**  
KUVAT: **DC/AVEA MEDIA**



# Käyttökelpoisen kiviaineksen saanti ja kierrätys suurimmat haasteet kiviainesteollisuudessa

## Suomessa haastavat olosuhteet

Kiviainekset ovat erittäin tarkasti standardoitu tuote, jolle on tiukat laatuvaatimukset. Monelle se tulee edelleenkin yllätyksenä. Standardit ovat yhtenäiset, vaikka Suomen kallioperä vaihtelee ja kuljetusmatkat ovat pitkiä täällä tuhansien järvien ja jokien maassa. Pohjavettä suojellaan myös hyvin paljon, sillä se on yksi kansallisaarteistamme.

Suomessa on lisäksi Euroopan laajin tieverkosto, jonka ylläpitäminen vaatii toimenpiteitä kasvavan korjausvelan myötä yhä enemmän ja enemmän. Sääolosuhteet ovat

myös erittäin haastavat, minkä vuoksi kiviaineksilta vaaditaan eri tavalla kuin muualla Euroopassa.

## Ongelmia käyttökelpoisen kiviaineksen saannissa

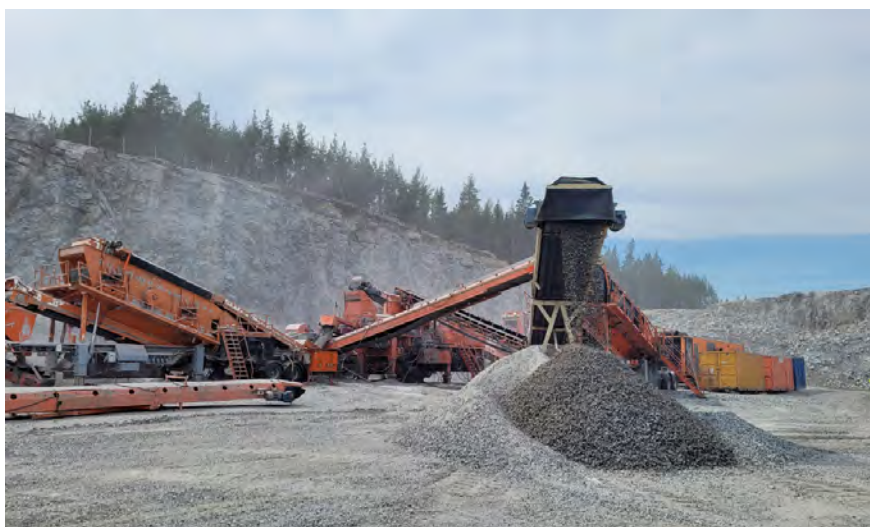
Mikä tahansa kivi ei kelpaa kaikkiin käyttötarkoituksiin. Suomessa kiviaineksia sääteleviä standardeja ja ohjeita on monia. Esimerkiksi ratasepelille on olemassa Väyläviraston ohjeet, betonikiviaineksille By-julkaisusarja ja asfaltille PANK-normit. Lisäksi Infra Ryl:ssä on ilmoitettu laatuvaatimukset eri raken-

teiden suunnitteluperusteille. Mitä tahansa kiveä ei siis voi käyttää mihin tahansa.

Hankalimpia Suomen kallioperästä etsittäviä kiviaineksia on ratasepeli. Laatuvaatimukset ovat todella kovat ns. LAPR 12 -kivelle. Kiviainekselle on olemassa yleisesti SFS-EN standardien mukainen vaatimus siitä, että petrografisen tutkimuksen mukaan opaakkimineraaleja ei saa kivessä olla enempää kuin 5 %, josta 3 % saa olla kiisumineraaleja. Tämä raja on todella pieni ajatellen Suomen kallioperän malmipotentialia ja eri alueita Suomessa geologisesti. Kiisumineraa-

ALOITUSKUVA:

Suomessa on yksi maailman malmirikkaimmista kallioperistä maapallolla.



Kiviaines on neitseellisestä luonnon materiaalista kallioperässä eri aikakausina moneen kertaan muotoutunutta ainesta.

lien kohdalla raja kuitenkin on laadullisesti asetettu aikoinaan kolmeen prosenttiin, koska kiisuista on oikeasti haittaa kiven sitoutumisessa esim. asfaltissa ja betonissa. Kiisut myös rapautuvat herkästi.

Suomessahan on yksi maailman malmirikkaimmista kallioperistä maapallolla. Usein kaivosten sivukiviä hyödynnettäessä törmätään siihen ongelmaan, että sivukivessä on yksinkertaisesti liikaa opaakkimineraaleja. Standardiemme mukaan kivessä ei saa olla myöskään pehmeitä mineraaleja kuten mm. kiilteitä, kloriittia, serpentiiniittiä, talkkia. MOHsin kovuusasteikon heikomman pään mineraaleja ei saa olla yli 15-20 % kiven käyttötarkoituksesta riippuen. Pehmeät mineraalit sekä opaakit vaikuttavat kiven rapautumiseen eri käyttötarkoituksissa. Opaakit ovat malmimineraaleja, joita Suomen kallioperässä esiintyy muihin maihin verrattuna keskimääräistä enemmän.

Ns. sitomattomia kiviaineksia käytettäessä louheelle asetetaan INFRA Ryl:n mukainen käyttöraja, jossa kiven LOSA-luku ei saa olla yli 30-35. Suomessa on paljon graniittisia alueita, joissa LOSA-arvo ylittyy kiven alueellisten ominaisuuksien vuoksi. Täten perusrakentamisenkin kiviainesta on hankala saada alueelta. Kun otamme vielä huomioon vuoden alusta pakolliseksi tulleet CO<sub>2</sub>-päästölaskelmat ja resurssitehokkuuden, niin laadukkaan kiven saanti läheltä ei aina ole mahdollista. Kiveä kuljetetaan usein pitkien matkojen takaa. Normaali kuljetusmatka esim. ratasepeleille on n. 100-400 kilometriä.

Ongelma laadukkaan ja käyttökelpoisen kiviaineksen saamisessa korostuu kovissa

kiviaineksissa. Kallioperän kiviaines, mistä mm. ratasepeleitä löytyy, ei ole itsestäänselvyys. Ratasepeleitä on tällä hetkellä paljastuneissa avokallio-osuuksissa 3-4 % Suomen kallioperästä. Osa on jo hyödynnetty ja osaa ei voida hyödyntää lainkaan niiden sijainnin vuoksi. Myös maa-ainesten ottotoiminnassa huomioon otettavien lakien ja suojelullisten aspektien vuoksi hyödyntäminen voi olla mahdotonta.

Laadukasta kiveä on säästely jo vuosia, eikä sitä käytetä mihin tahansa rakentamiseen. Samaan aikaan kiviaineksen käyttö ratahankkeissa on lisääntynyt, kuten myös ns. kovan kulutusluokan asfalttikiviaineksen käyttö. Jotta kiveä riittää järkevien kuljetusmatkojen päästä varsinkin eteläisessä Suomessa, täytyy kiviainesalueiden osalta monesti säästellä parhaita kiviaineksia. Tavalliselle ihmiselle se saattaa näkyä siten, että maa-ainesten ottoaluetta ei käytetä, vaikka siellä olisi luvat voimassa.

Etsimme siis kallioperästä kiviaineksissa laadullisesti erittäin kovaa ja sitkeää kiveä, missä ei ole standardien sallimaa määrää enempää opaakkeja. Geologisesti se on haaste johtuen Suomen kallioperän rikkaasta malmipotentialista. Meillä on erilainen kallioperä kuin Euroopassa yleensä, emmekä voi hyödyntää samalla tavalla kiviaineksia kaivoksista suoraan laatuvaatimusten ollessa erilaiset kuin muualla Euroopassa.

Ns. LARP 12 -luokan kiviaineksia saadaan noin kymmenestä kiviainesottamosta koko Suomessa. Siellä, missä tarve olisi suurin eli pääkaupunkiseudulla ja suurten kasvukusten lähetyillä, kiveä ei ole enää mahdol-

lista hyödyntää kaavoitusten, asutuksen tai muiden maa-ainesten ottotoimintaa estävien asioiden vuoksi. Kivi tuodaan siis jopa 200 kilometrin päästä kohteisiin.

Vuoden alusta kiviainekselle on laskettu myös CO<sub>2</sub>-päästöjä. Raaka-aineena korostuu resurssitehokkuus, eikä kovaa kiviaineksia enää ole tuhlaillu mihin tahansa kohteeseen.

Bulkkikiven saanti on vielä hyvää, mutta Suomessa on alueita, joissa kaupungistuminen on kaavoituksineen vienyt nämäkin jo sadan kilometrin päähän itse käyttökohteista.

Suomessa lupaprosessit ovat kalliita ja kestävät kauan, jopa kymmeniä vuosia. Siksi olisikin suotavaa ajatella resurssitehokkaasti tätäkin puolta. Kymmenen vuoden luvat ovat todella lyhyitä, sillä esimerkiksi ratahankkeiden kesto voi olla 40 vuotta. Laadukas kiviaines saattaa odotella kallioperässä jopa 40-50 vuotta. Tässä ajassa on käyty 4-5 eri lupaprosessia samalle alueelle, ja joka kerta se saattaa kestää 10-12 vuotta kiertäen kaikki hallintoasteet läpi.

### Kierrätys vaatii paljon työtä

Pullonkauloja kierrättämisessä ja resurssitehokkaassa kiviainesten käytössä on edelleen paljon, alkaen kaavoituksesta. Aikoinaan ei ole kaavoitettu ns. kiertotalousalueita kaupunkien sisälle, vaan nämä toiminnot on aina sijoitettu kaupungin laitamille. Se aiheuttaa pitkiä kuljetusmatkoja.

Laatuvaatimukset ovat kiviainekselle erittäin kovat mm. asfaltissa, ratasepeleissä ja betonissa. Joissain kohteissa voisi käyttää heikompileatuksia kiviaineksia, mutta laaturiski on valtava, eikä kukaan halua yksin kantaa sellaista riskiä. Monesti riski kaatuu kiviainestoimittajalle.

Ylilaadun vaatiminen on kuitenkin älytöntä, jos esimerkiksi kiviainekselle asetetaan yli 50 vuoden käyttöikävaatimus, mutta muu rakenne kestää kuitenkin vain 30 vuotta. Kiviaineksien perusominaisuuksien ja laadun tunteminen alkaa unohtua, sillä kiviainesten osaajat eli ns. kiviainesgeologit ovat katoava luonnonvara ja suurin osa on eläköitynyt. Suunnittelijat ja tilaajat eivät enää käytä geologeja niin paljon kuin aiemmin. Geologeistakin harva tuntee kunnolla kiven käyttömahdollisuuksia kiviaineksissa. Moni geologi erikoistuu kaivosympäristöön joko malminetsintään tai ympäristöpuolelle. Harva on kiinnostunut kiviaineksista.

Projektikohtaisella suunnittelulla saadaan yhteistyössä paljon hyvää aikaan. Kiviaines on neitseellisestä luonnon materiaalista kallioperässä eri aikakausina moneen kertaan muotoutunutta ainesta, jolla on laadullisesti



Suomessa lupaprosessit ovat kalliita ja kestävät kauan, jopa kymmeniä vuosia.

Mikä tahansa kivi ei kelpaa kaikkiin käyttötarkoituksiin.

Laatuvaatimukset ovat kiviainekselle erittäin kovat mm. asfaltissa, ratasepelissä ja betonissa.

eri ominaisuudet riippuen siitä, mitä mineraaleja kiviaines sisältää ja miten mineraalit ovat kiinni toisissaan. Tätä jatkuvaa laatu- vaihtelua me kiviainesgeologit tulkitsemme ja arvioimme, mihin kiviaines kelpaa. Emme tuijota vain yhtä testiä, vaan kokonaisuutta.

Kiviaineksen laatua ei ole kaavoituksessa otettu huomioon lainkaan, vaan on kaavoitettu hyvinkin lujia kiviainesalueita ymmärtämättä kiviaineksia ajatellen, mitä on kaavoitettu. Urakoinnissa on myös todella tiukat aikataulut, joten hyvä kiviaines on saatettu urakkakiireissä käyttää vaikkapa täyttöihin. Nykypäivänä louheen vastaanotto, suurten urakkakohteiden massatasapaino sekä kiven laatu osataan ottaa huomioon. Toki siinäkin on vielä paljon kehitettävää mm. sen suhteen, rakennetaanko vaikka mustaliuskeeseen. Siitä näet lähtee kiveä, joka ei kelpaa edes louheen vastaanottoon.

Vaikka on laadittu uusia lakeja ja asetuksia kierrättämiseen, ei kiertotalousmateriaaleja voida silti käyttää esim. ratasepelissä tai hiekoitusmateriaaleissa. Raja-arvojen myötä käyttö on tehty todella hankalaksi varsinkin isoissa tiehankkeissa. Osaa voidaan hyödyntää, mutta tilaajan täytyy etukäteen hankkia luvat ja katsoa kiertotalousmateriaalin riittävyys. Lisäksi tiehankkeissa on paljon vesistöjä ja kohteita, joissa ei luonnonsuojelullisesti voi käyttää muita kuin kiviaineksia. Monesti onkin vain helpompi urakan sujuvuuden kannalta tehdä hankkeet samasta ja yhdestä materiaalista. Onnistuneitakin kiertotaloushankkeita on olemassa, mutta ne ovatkin



vaatineet monen toimijan yhteishankkeen ja ponnistuksen. Kilpailulainsäädännöllisestäkin rajat saattavat myös tulla vastaan.

Uusia yllätyksiä tulee vielä pitkien aikojen jälkeenkin. Siitä on esimerkkinä Okto. Okto-murske oli pitkään käytössä kiviaineksen korvaajana eli kiertotalousmateriaalina. Sitä oli tutkittu pitkään. Selvisi kuitenkin, että Oktosta irtoaa pieniä ainesosia erittäin kovaa ainesta, joka aiheutti autojen jakopään hihnojen rikkoutumisen. Nyt Okton käyttö on kielletty asfaltin kiviaineksen korvaajana.

Pohjavesi on tulevaisuudessa todella arvokasta, joten sen suojelussa on jo otettu tiukka linja, mikä vaikuttaa kiviainesotto-moihin. Betonikiviaineksissa käytössä olleet sora-alueet on korvattu osin jo kalliokivi-

neksella, koska pohjaveden suojeleminen on tärkeää. Myös suurin osa soravarannoista pohjaveden pinnan yläpuolelta on jo käytetty kasvakeskusten ympäriltä.

Ruotsissa on siirrytty jo käyttämään ainoastaan kalliopohjaisia betonikiviaineksia. Suomessa tämä siirtymä on käynnissä parhaillaan. Uusia sora-alueita ei enää haeta yhtä paljon kuin aikoinaan. Soravaroja kyllä olisi, mutta ne ovat sellaisilla alueilla, joilla ei ole tarvetta soralle.

Pullonkulojen poistaminen ei onnistu yksin lakien ja asetusten kautta. Lisäksi tarvitaan koulutusta ja uusien tapojen oppimista sekä opettamista suunnittelijoista alkaen niihin ihmisiin, jotka päättävät tilaajapuolella, mitä kiviainesta käytetään ja mihin.



Kiviainekset ovat erittäin tarkasti standardoitu tuote, jolle on tiukat laatuvaatimukset.

Peab on pohjoismainen yhteiskuntarakentaja, joka toimii paikallisesti Ruotsissa, Suomessa, Norjassa ja Tanskassa. Peabin tytäryhtiö Swerock on Suomen johtava jalostettujen kiviainesten valmistaja ja myyjä sekä Suomen suurin maanpäällinen avolouhintaurakoitsija.

Kiertotalousmateriaaleja verrataan monesti kiviaineksiin. Niissä on omat haasteensa. Aina ei pitäisikään verrata neitseellistä kiviainesta johonkin keinotekoiseen. Testit ja vertailu eivät ole yksiselitteisiä. Kiviainestestit on kehitetty aikoinaan Tie- ja vesirakennushallituksen aikakaudella, ja ne ovat jalostuneet Suomessa poikkeuksellisen pitkän ajanjakson aikana. Kiviainestestaamisissa me Swerockilla olemmekin huippuluokan osajia Suomessa. Kiviainestestaamisissa meillä on pitkät perinteet ja omat asfaltti- ja kiviaineslaboratoriot. ▲

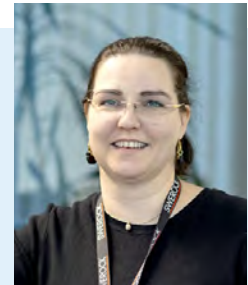
TEKSTI: **MARI BORÉN**

## Mari Borén os. Vengasaho

- Synt. 1980, Yli-Ii, Suomi
- FM Geologi Oulun Yliopisto 1999-2006
- Avoliitossa, 2 aikuista lasta, harrastaa käsitöitä ja koiran kanssa mm. rally Tokoa

Työhistoriaa;

- **Morenia**; Lopputyö; Maa-ainekset Tannila-Oijärvi Hossa saumamuodostuman osalta Tannila-Aittojärvi.
- **Lemminkäinen**; Asfalttilaboratorio Oulu, 2008-2009
- **Lohja Rudus**, Maa-aines- ja ympäristöluvat 2009
- **Ahma Insinöörit**, Rakennuttajakonsultin ympäristöinsinööri Kehärata-projektissa 2010-2012
- **Sito-Rakennuttajat Oy**; Osastopäällikkö ympäristörakentaminen ja kalliorakennuttaminen sekä in-house konsultti Posiva 2012-2014
- **Destia Oy**; Työmaapäällikkö; Länsimetro ; Kaitaa, Soukka, Finnoo ja Samallahti ajotunnelit 2014-2015
- **Destia Oy**; Kiviainekset; Maa-ainespäällikkö ja geologi 2014-2019
- **Kreate**; Ympäristöasiantuntija; 2019-2021
- **Peab Industri Oy/SWEROCK**; Maa-aines- ja varantopäällikkö sekä Geologi 2021-
- Jäsenyydet; Vuorimiesyhdistys, Suomen Geologinen seura.
- Menneitä ja nykyisiä muita jäsenyyksiä/järjestötoimintaa;
- Rakennusteollisuus/Rakennustieto; Erilaisia ohjeita eri vuosina sekä kiviainekset-ryhmän asiantuntijana toimimista, 2012-
- Jätehuoltoyhdistys; Lakijaosto, 2019-2021
- Women in Mining hallitus 2022-2023



Flowrox™



# Uusi ilme, sama luotettava laatu

Vaativiin käyttötarkoituksiin soveltuvat Flowrox-venttiilit ja pumput nyt osana Valmetin kattavaa tarjontaa.



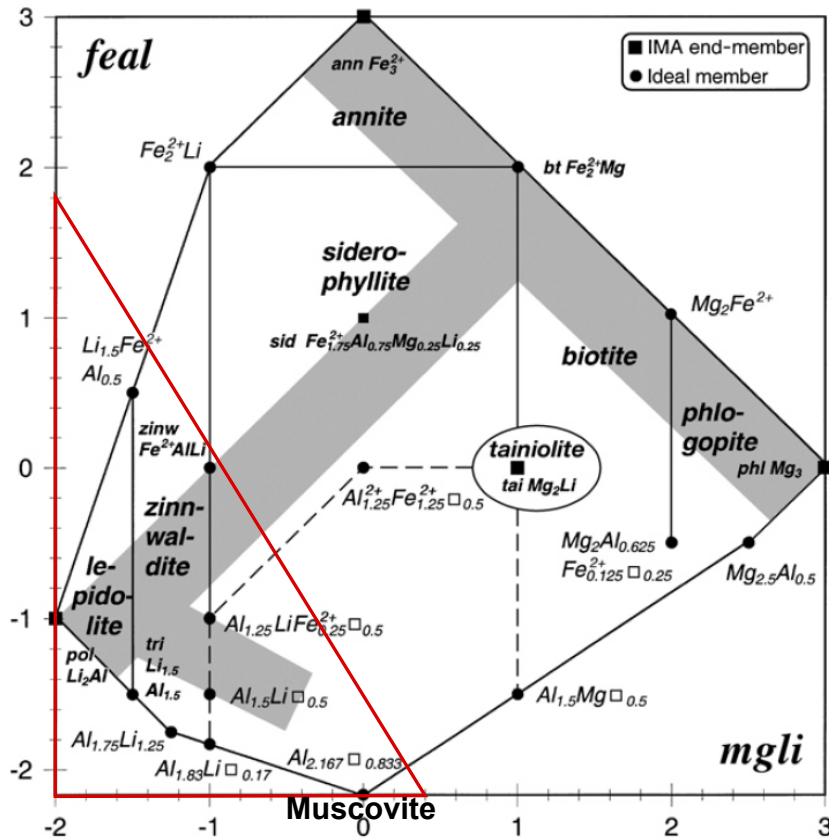
**Flowrox-tuotteiden** ulkoasua on uudistettu yhdenmukaiseksi Valmetin muiden johtavien prosessiteollisuuden virtauksensäätöratkaisujen kanssa. Voit jatkossakin luottaa osaamiseemme sekä tuotteidemme ja palvelujemme ensiluokkaiseen laatuun.

Flowrox-ratkaisut on suunniteltu luotettaviksi ja kestäviksi, ja tuotesarjan kehitys jatkuu.

Lisätietoja löydät osoitteesta  
[valmet.com/flowcontrol/flowrox](https://valmet.com/flowcontrol/flowrox)



**Valmet**   
FORWARD



# Characterization of unconventional lithium deposits - A case study using XRD, ICP-MS/OES and LIBS for quantitative Li analysis

## Introduction

Lithium is in great demand in the battery mineral sector working as one of the key metals enabling the renewable energy trans-

sition. Recently, Li has been added to the EU list of Critical Raw Materials as the EU is dependent on exports to satisfy existing, not-withstanding future demand. Renewed

exploration strategies and analytical techniques are required to discover new Li sources. Traditionally, Li exploration has been focused on spodumene-bearing pegmatite

ALOITUSKUVA

Potassium micas representation. The red triangle includes lithium-bearing micas of interest, such as zinnwaldite and lepidolite. X-axis is 'mgli' (Mg - Li) content while the y-axis is the 'feal' (Fetot+Mg+Ti - IVAl) content. Modified after Tischendorf et al. (2004).

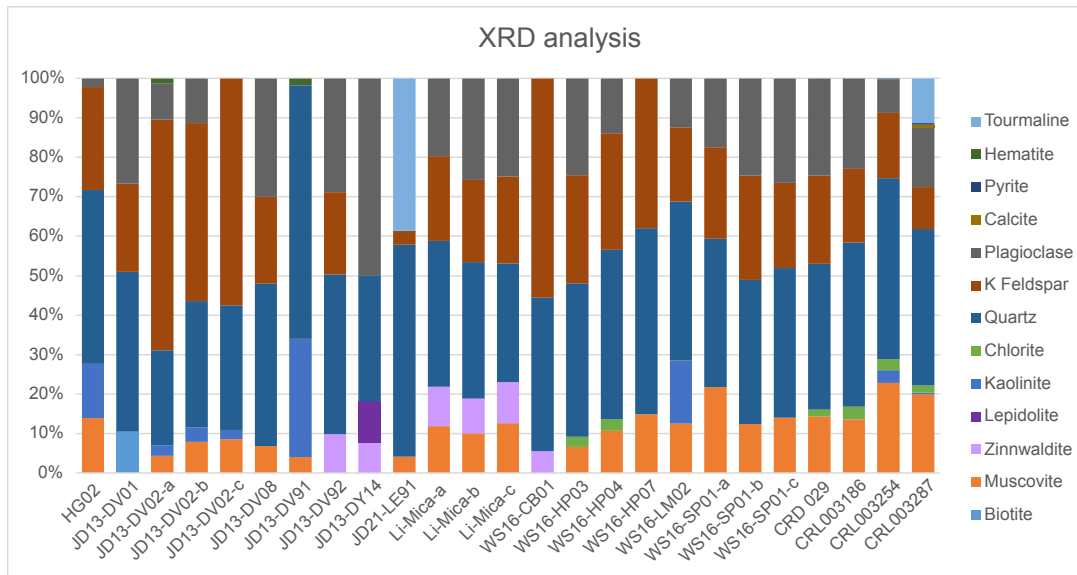


Figure 2. XRD quantification results of the 25 Cornish granite samples characterised for their lithium-bearing mica content and overall mineralogy.

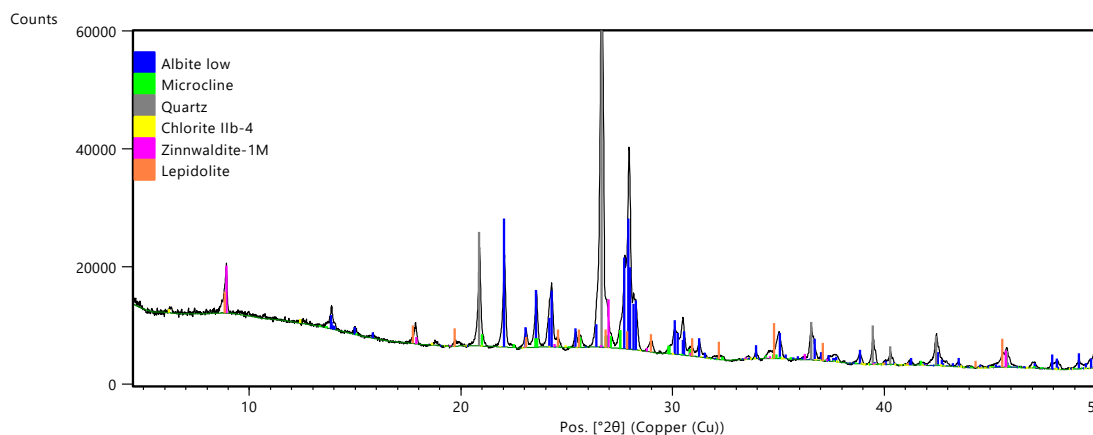


Figure 3. XRD diffraction patterns of sample JD13-DY14 at selected angles (5° to 50° 2θ).

and Li-brines but additional secure sources will be needed to match the future demand. Along with spodumene, lithium-bearing micas are among the most economic and common Li-minerals together with petalite, hectorite, jadarite, amblygonite and eucryptite. They occur in evolved granites and related pegmatite and aplites presenting a compelling alternative Li source. Lithium-bearing micas are true trioctahedral micas and comprise the mineral series lepidolite and zinnwaldite, and the minerals trilithionite, polyolithionite, masutomilite, tainiolite, norrishite and ephesite, Figure 1. There is also a composition series between lithium muscovite and lepidolite and consequent dioctahedral to trioctahedral mica transition (Fleet, 2005; Rieder, 1999).

Lithium content in lithium-bearing mica is very variable: from 3,42% for median zinnwaldite to 5,39%  $\text{Li}_2\text{O}$  for median lepidolite (Tischendorf et al., 2001) up to 6,97 in polyolithionite (Cerny & Trueman, 1985), while lithian muscovite could host up to

3,3% of  $\text{Li}_2\text{O}$  without changing its structure (Levinson, 1952).

As a part of an extensive research and development project, “Quantifying unconventional lithium resource potential with novel rapid in-situ analyses”, more than 150 samples from different UK locations have been analysed in order to set up a bespoke workflow for the characterization of unconventional lithium-bearing minerals and their associated host rocks. The utilized analytical techniques include X-ray Diffraction (XRD), and Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS) among other techniques. Selected results of these studies are described below with emphasis on quantitative analysis of lithium-bearing micas and quantification of Li in Li-bearing rocks using statistical models. The samples used for these studies were collected from Cornish granites with lithium-bearing mica (XRD, ICP-MS/OES) and from an abandoned Fe-Mn mine with secondary Li-bearing manganese minerals (LIBS).

### Identification and quantification of lithium-bearing micas by XRD

XRD analysis was conducted at X-ray Mineral Services Ltd, UK, using a PANalytical X’Pert3 diffractometer. The samples were analysed using HighScore Plus by PANalytical and quantified using the Rietveld method with BGMN AutoQuan software.

In Figure 2, the XRD results are shown for each of the Cornish samples analysed. The Cornish granite samples contain four types of mica: biotite, muscovite, lepidolite and zinnwaldite. The distinction of different micas by XRD is challenging as all the micas share their main reflection at the same  $2\theta$  position in the diffraction pattern. Only an accurate study of the ratio between the mica reflections and precise calculation of their positions can help in the differentiation of the mica species. A mass balance calculation has been used to assess the quality of the mineral’s quantification given by the Rietveld method and to confirm mica specification. Simplified mineral formulas have been used



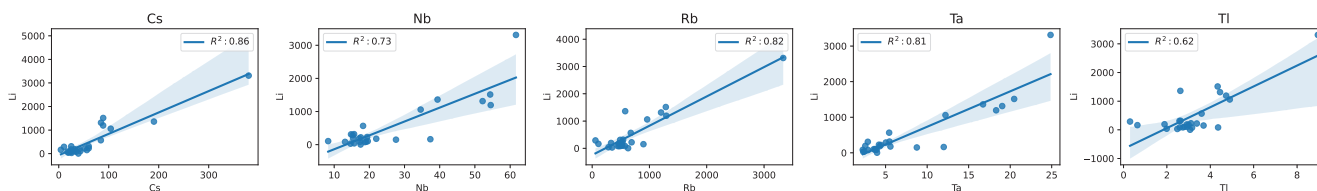


Figure 4. Lithium versus trace elements cross plots with high  $R^2$  score, within the mica-rich granitic samples

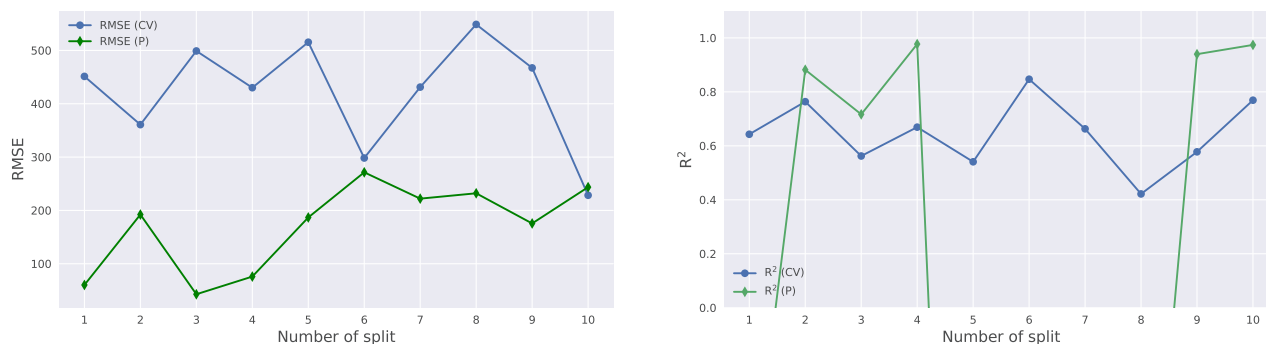


Figure 5. A linear model investigation of different train/test splits for model representativity analysis and model selection for Li quantification. The root mean square error (RMSE) of cross-validation and prediction, as well as the  $R^2$  coefficient for both cross-validation and prediction, are monitored over the different train/test splits

to calculate the bulk chemical composition of the samples from the quantification of the minerals obtained by the XRD method. This calculated bulk chemical composition was compared with the measured chemical composition obtained with ICP-OES/MS analysis. The scope of the mass balance calculation is to identify a mismatch between the chemical composition of a sample and its mineral content. In most samples, there is a good correlation between the calculated chemistry and the measured one showing the accuracy of the XRD mineral quantification and confirming the ability of XRD to distinguish and quantify lithium-bearing micas even when both zinnwaldite and lepidolite are present in the same sample as in sample JD13-DY14 (Figure 3).

### Quantification of Li using pathfinder elements in granitic rocks

The same set of Cornish granite samples and a lepidolite crystal were analysed with ICP-MS/OES to acquire a full trace elements fingerprint as well as Li quantification. These data were used to produce a model which would predict Li concentrations using pathfinder elements associated with the micas present such as zinnwaldite and lepidolite as demonstrated in the previous section and Figure 2.

The Li ICP-OES/MS concentration in the analysed samples shows a range of 4–3311

ppm, which gives us the ability to produce a first representative model. A data exploratory step was performed, by creating Li vs trace element cross plots, in order to assess, which trace elements correlate linearly with Li. This process resulted that Cs, Nb, Rb, Ta and Tl had the highest  $R^2$  correlation coefficient of 0,86, 0,73, 0,82, 0,81, and 0,62, respectively, when plotted against Li, as shown in Figure 4.

Following that and in order to produce a robust predictive model, the data was split in an 80:20 fashion for model training and testing, respectively. In the first instance, 10 splits were made using the Kennard Stone algorithm (Kennard & Stone, 1969) making the modelling process more appropriate for geochemistry applications. For each split, a linear model was fitted on the training split, performing a 5-fold cross-validation. Based on that, a predictive step was performed on the test split, for evaluating the predictive capability of the trained & cross-validated model. At the end of the 10 splits modelling, it was possible to evaluate the root mean square error of the 5-fold cross-validated model (RMSE - CV), and the RMSE of the prediction on test split (RMSE - P), as well as the  $R^2$  of both the 5-fold cross-validation ( $R^2$ - CV) and the prediction of the test split ( $R^2$  - P), (Figure 5).

It can be seen that each of the 10 trained models has a different predictive capability. For example, for Split 4 the  $R^2$ -P is at 0,98 with

a range of test Li concentration at 100–1200 ppm, while for split 5 the  $R^2$ -P is at -3,72 for a test Li concentration at 100–350 ppm. However, across the 10 splits trained and tested, 50% of the time a high  $R^2$ -P scoring model can be produced with an error of <200 ppm (based on the RMSE -P), (Figure 5).

Upon further investigation, a final model was devised which allowed us to uncover, qualitatively, the presence of outlier samples which can inhibit predictive capability. In this final model, the test split was arranged across the full range of Li concentration in our data set, including the highest Li-bearing sample (Figure 6). In Figure 7, it can be seen that while the training  $R^2$  value has a relatively low scoring (0,56) due to the presence of samples JD21-LE91 and WS16-HP07, the  $R^2$  of the prediction is at  $R^2=0,99$ , with a RMSE of 128 ppm. It's interesting that the highest Li concentration is predicted very well, despite the fact that the trained model is extrapolated to predict this high value.

In conclusion, it can be said that this first model gave us a good insight on

- The pathfinder elements strongly associated with Li when zinnwaldite and lepidolite are hosted within granites
- The robustness of multivariate linear modelling can exhibit for modelling Li concentration based on the above elements

This work is on-going and the next part >

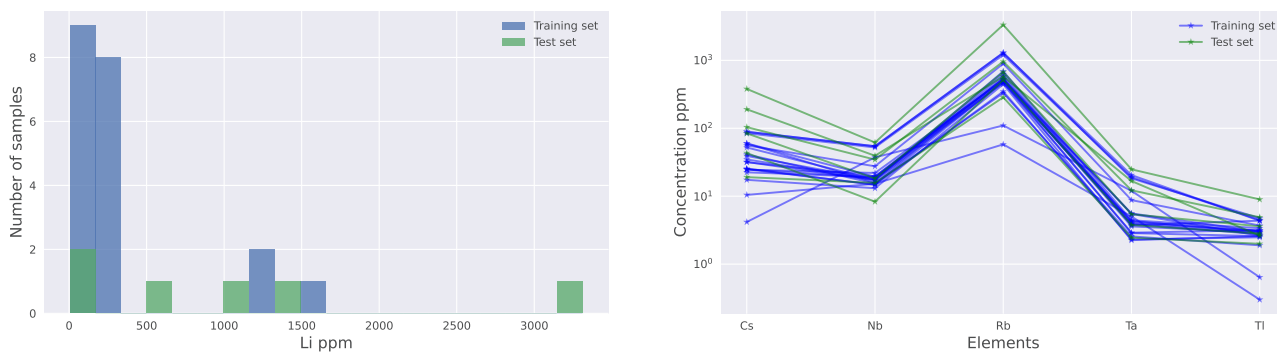


Figure 6. Final model train and test splits population (left) and trace elements graph of the different train/test samples (right)

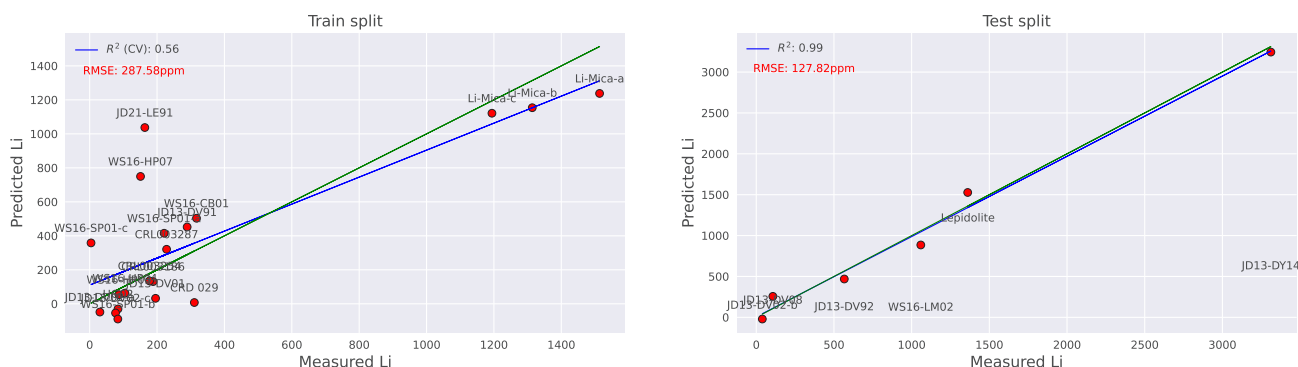


Figure 7. The train split cross-validation (left) and test split prediction (right) of Li as devised for the final Li quantification model using geochemical data. Outlier samples are included in the back circle for the training split.

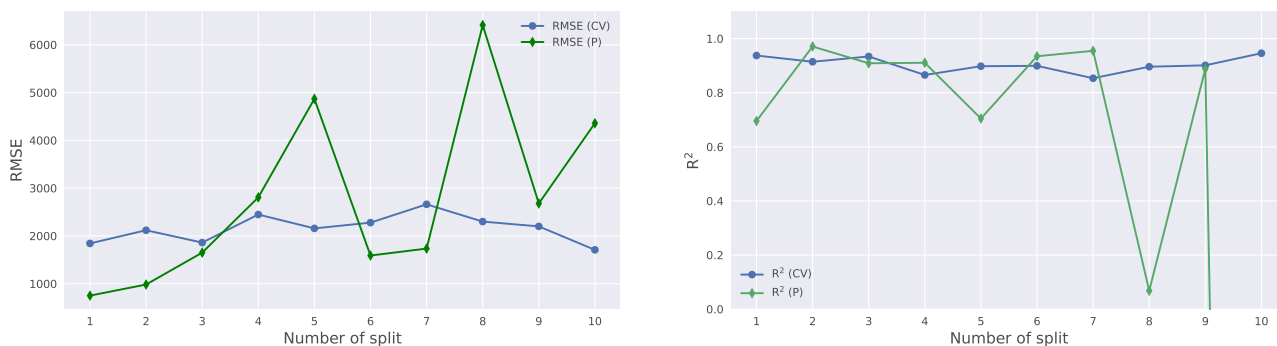


Figure 8. Partial least square regression model investigation of different train/test splits for model representativity analysis and model selection for Li quantification by LIBS. The root mean square error (RMSE) of cross-validation and prediction, as well as the R<sup>2</sup> coefficient for both cross-validation and prediction, are monitored over the different train/test splits.

of this study is to feed this trained model with portable-based XRF analysis of the pathfinder elements, to evaluate its predictive capacity and accuracy on Li concentration predicted.

### Lithium quantification in Li-bearing rocks and spodumene mixes with Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS) analysis

As LIBS technology has resurfaced the recent years, it has shown great interest in

mining exploration campaigns. One of its strong characteristics is the detection of Li, a light element, which is unquantifiable by traditional techniques such as X-ray Fluorescence (XRF) analysis or needs a lot of sample preparation when analysed utilizing a 4-acid digestion method with an ICP-OES/MS finish. With LIBS technology and upon appropriate sample representation, LIBS spectra can be acquired and along with ICP analysis, quantification models can be built

for different rock matrices, which can provide cost-effective Li data for faster decision-making during Li exploration campaigns.

In the following example, a first model of ICP-LIBS Li quantification is presented. The model is based on a series of samples hosting Li-bearing manganese oxides collected from Wales (UK) together with a set of spodumene mixes with plagioclase and quartz. The spodumene used for creating these mixes is a spodumene crystal extensive-

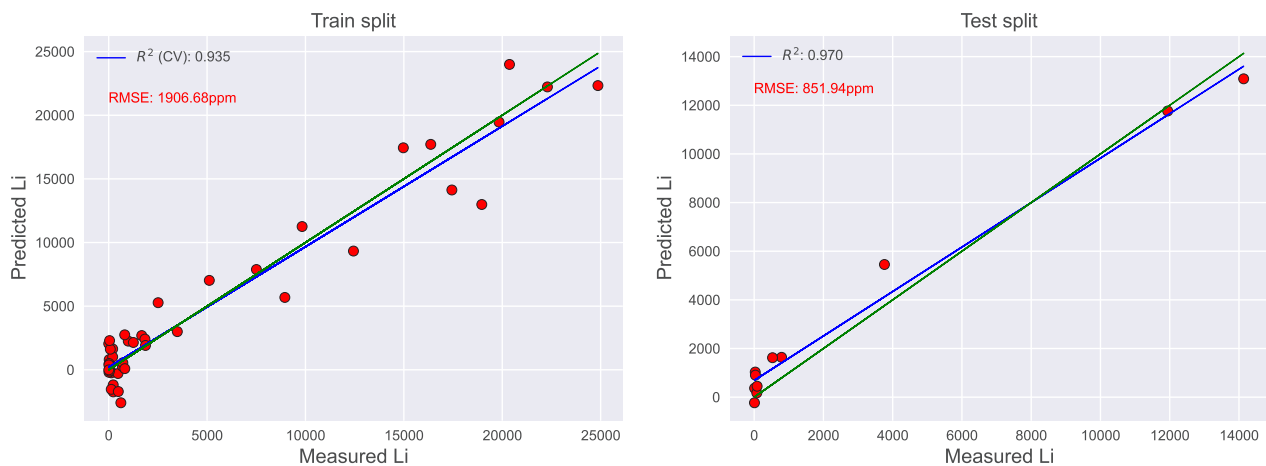


Figure 9. Train/test split sample population and Li LIBS spectra of the best-fitted model

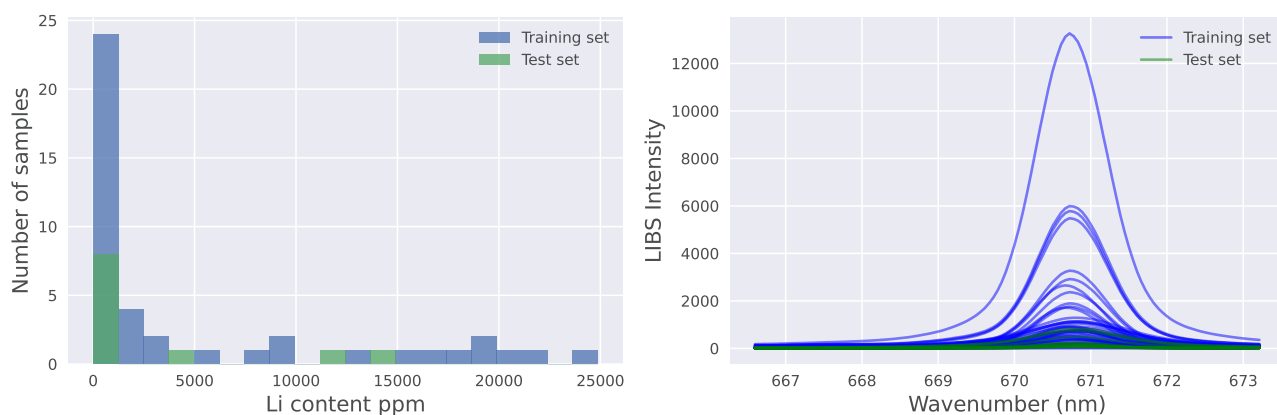


Figure 10. The train split cross-validation (left) and test split prediction (right) of Li as devised for the final Li quantification model of LIBS spectra

ly characterised by XRD, ICP-MS/OES and FTIR methods with the results published in (Sardisco et al., 2022). The manganese oxide samples provided a Li concentration range of 4–3488 ppm, while the spodumene mixes provided a range of 4–24863 ppm.

An exploratory analysis of different train/test splits, as described in the previous modelling example, was also performed revealing the error and the predictive capability of each trained model for each train/test split, as shown in Figure 8. For this ICP-LIBS model, a partial least square regression model was performed as it has been shown to be more appropriate for modelling spectroscopic data (Clegg et al., 2009; Krüger et al., 2020).

It can be seen that although the  $R^2$  of the prediction score is very high (0,7 or 0,9) for all splits models, apart from split 8 and split 10, the root mean square error RMSE (P) has a higher value for splits 4, 5, 8, 9, 10

than RMSE (CV). This is an indication that this specific train/test partitioning of samples doesn't provide a sufficient generalisation of the data set. So, tracking how the error changes between the train (cross-validation) and the test predictions is an important modelling parameter.

The final model was selected for the data above, and is presented in Figure 9 and Figure 10. The training split gave a very good  $R^2$  score of 0,922 with a relatively high RMSE at 2093 ppm. The test split, although it represented half the concentration range of Li in these samples, gave a very good  $R^2$  score of 0,97 with an RMSE of 852 ppm, Figure 10.

It can be concluded that the final model presented for ICP-LIBS Li quantification has relatively high training and predictive error, although the  $R^2$  is very high, which needs further investigation for improvement. However, it is a good demonstration of how ICP-

MS/OES and LIBS data can be combined for acquiring Li quantification with less sample preparation and faster turn-around.

## Conclusions

This project was designed to develop new analytical workflows to optimise the analysis of Li and the characterisation of Li-bearing minerals and their associated host rocks with an emphasis on unconventional Li-phases and statistical modelling. In the three examples explained above, the capabilities of XRD, ICP-MS/OES and LIBS analytical techniques for the characterization of unconventional Li deposits have been demonstrated. These techniques can be used for the identification and quantification of Li-bearing minerals in various rock matrices. High-quality XRD analysis provides an accurate quantification of various Li-minerals including lithium-bearing micas such as zinnwaldite and

lepidolite, which have traditionally been challenging to differentiate from each other because of their similar spectral patterns. While Li data can be acquired accurately using 4 acid digestion with an ICP-MS/OES finish, the use of statistical modelling of these data can provide an additional fast Li quantification tool in conjunction with portable/hand-held techniques such as XRF and LIBS. ▲

## References

- Cerny, P., & Trueman, D. (1985). Polyolithionite from the rare-metal deposits of the Blachford Lake alkaline complex. *American Mineralogist*, 70, 1127–1134.
- Clegg, S. M., Sklute, E., Dyar, M. D., Barefield, J. E., & Wiens, R. C. (2009). Multivariate analysis of remote laser-induced breakdown spectroscopy spectra using partial least squares, principal component analysis, and related techniques. *Spectrochimica Acta - Part B Atomic Spectroscopy*, 64(1), 79–88. <https://doi.org/10.1016/j.sab.2008.10.045>
- Fleet, M. E. (2005). *Rock-forming minerals. Vol 3A: Micas* (M. E. Fleet, Ed.; 2nd ed.). Geological Society.
- Kennard, R. W., & Stone, L. A. (1969). Computer Aided Design of Experiments. *Technometrics*, 11(1), 137–148.
- Krüger, A. L., Nicolodelli, G., Villas-Boas, P. R., Watanabe, A., & Milori, D. M. B. P. (2020). Quantitative Multi-Element Analysis in Soil Using 532 nm and 1064 nm Lasers in LIBS Technique. *Plasma Chemistry and Plasma Processing*, 40(6), 1417–1427. <https://doi.org/10.1007/s11090-020-10116-9>
- Levinson, A. A. (1952). Studies in the mica group; relationship between polymorphism and composition in the muscovite-lepidolite series. University of Michigan.
- Rieder, M. (1999). Nomenclature of the Micas. *Mineralogical Magazine*, 63(2), 267–279. <https://doi.org/10.1180/002646199548385>
- Sardisco, L., Hannula, P. M., Pearce, T. J., & Morgan, L. (2022). Multi-Technique Analytical Approach to Quantitative Analysis of Spodumene. *Minerals*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/min12020175>
- Tischendorf, G., Förster, H.-J., & Gottesmann, B. (2001). Minor- and trace-element composition of trioctahedral micas: a review. *Mineralogical Magazine*, 65(2), 249–276. <https://doi.org/10.1180/002646101550244>
- Tischendorf, G., Rieder, M., Förster, H.-J., Gottesmann, B., & Guidotti, Ch. V. (2004). A new graphical presentation and subdivision of potassium micas. *Mineralogical Magazine*, 68(4), 649–667. <https://doi.org/10.1180/0026461046840210>

TEXT: NIKOLAOS APEIRANTHISIS<sup>1</sup>, LORENZA SARDISCO<sup>1</sup>, JOHANNA TEPSSELL<sup>2</sup>

<sup>1</sup>X-RAY MINERAL SERVICES UK,

<sup>2</sup>X-RAY MINERAL SERVICES FINLAND

# Miilux<sup>®</sup> Mining Service






- HARD FROM EDGE TO EDGE - [www.miilux.fi](http://www.miilux.fi)



# Teemme tulevaisuutta yhteistyön ja innovaatioiden kautta

Boliden tuottaa metalleja, jotka ovat välttämättömiä vihreän siirtymän toteuttamisessa. Tavoitteenamme on olla maailman ilmastoystävällisin ja arvostetuin metallien tuottaja.

Drive change for generations to come

WIN BOLIDEN



## GRM-services Oy Ltd

GEOPHYSICAL AND ROCK MECHANICAL SERVICES

Vähennä riskejä kattavalla 3D-mallinnuksella!

Urakointi- ja konsultaatiopalveluita ammattitaidolla, kustannustehokkaasti ja ympäristöä kunnioittaen malminetsinnän, geotekniikan ja ympäristötutkimusten tarpeisiin.



### GEOFYSIIKAN MAANPINTA- JA REIKÄMITTAUKSET

- Maapinnan ensimetreistä yli kilometrin syvyyteen.
- EM, 3D/2D IP, painovoima, magneettinen, lataus-potentiaali, seisminen, vastusluotaus, maatutka, reikäkuvaukset ja fyysiset ominaisuudet in-situ.



### KALLIOMEKANIIKAN ASENNUKSET JA MITTAUKSET

#### Monitorointi

- Reaaliaikaiset mittausjärjestelmät – niin maan päällä kuin alla.

#### Jännitystilamittaukset

- Hydraulinen murtaminen reikiin pinnalta ja maan alta satojen metrien syvyyteen.
- Irtikairaus-menetelmä tunneleista ja maan alta.



Lento-, maanpinta ja reikägeofysikaalisen datan prosessointi, mallinnus ja tulkinta. Historiallisen aineiston uudelleen käsittely.

[www.grm-services.fi](http://www.grm-services.fi) | Antti Kivinen: 040-5394224 | [info@grm-services.fi](mailto:info@grm-services.fi)



# Latitude 66 Cobalt etsii Euroopalle kobolttia

Vihreästä siirtymästä ja energiatuotannon murroksesta puhutaan paljon. Teknologiamineraaleihin kohdistuva malminetsintä luo perustan ihmiskunnan toiveille vähäpäästöisemmästä tulevaisuudesta. Kiinan vaikutusvallan kasvun ja Ukrainan sodan myötä Euroopan Unioni on herännyt pohtimaan “strategista itsenäisyyttä” sekä energian että kriittisten mineraalien osalta.

**E**uroopan Unionin alueella malminetsintä ja uusien kaivosten avaaminen on ollut viime vuosikymmenten aikana harvinaista. Suomessa malminetsintä on 1990-luvulla päättyneiden valtionyhtiöiden ajan jälkeen kohdistunut pääasiassa Länsi-Lapin kultaesiintymiin. Viimeisen vuosikymmenen aikana kullan lisäksi myös vihreän siirtymän vaatimat teknologiamineraalit kuten koboltti, kupari, nikkeli ja litium ovat

alkaneet kiinnostaa kansainvälisiä malminetsintäyhtiöitä.

Latitude 66 Cobalt on vuodesta 2018 kobolttiin kohdistuvaa malminetsintää tehnyt yhtiö, jonka kaikki operatiivinen toiminta on keskittynyt Suomeen. Yhtiö tekee malminetsintää Kainuussa, Koillismaalla ja Lapissa yhteensä 18 kunnan alueella.

Pisimmällä malminetsintä on Kuusamosa, Posiolla ja Sallassa, Kuusamon liuskevyöhykkeenä tunnetulla geologisella alueella.

Alueen englanninkielinen nimi, *Kuusamo Schist Belt*, on tullut viime vuosien aikana tutuksi kansainvälisille malminetsintää ja kobolttivarantoja seuraaville tahoille.

Yhtiö kehittää Kuusamossa ja Posiolla kahta tunnettua esiintymäaluetta malmioineen kohti kaivostoimintaa. Kuusamon Käylän kylän läheisyydessä sijaitsevan Juomasuon kaivospiirin koboltti-kultamalmio ja Posion Maaninkavaaran koboltti-kuparimalmio ovat saamassa rinnalleen uusia kaivoskehityskoh-

#### ALOITUSKUVA:

Latitude 66 Cobaltin kairaustutkimuksia Kuusamon Juomasuon kaivospiirin alueella. Kairakoneen lisäksi kairauspaikalla on erillinen yksikkö, jonka avulla kairauksissa syntyvä liete eli kivisoija kerätään talteen ja viedään pois kairauspaikalta.



Yhtiön geologeja kenttätutkimuksissa Kuusamossa keväällä 2021, vasemmalta oikealle Aaron Davies, Loic Salesses, Pelayo Barron ja Otso Markkanen



Latitude 66 Cobaltin toiminta-alueensa asukkaille ja maanomistajille järjestämät geologian kurssit ovat olleet hyvin suosittuja.

teita. Yhtiö on vuosina 2021 ja 2022 tehnyt koboltilöydöt Kuusamossa sijaitsevalta Ollinsuon malminetsintäalueelta.

- Olemme investoineet viimeisten viiden vuoden aikana yli 13 miljoonaa euroa Kuusamon liuskevyöhykkeen malmitutkimuksiin. Samaan aikaan tiimimme on kartoittanut geologiaaltaan vastaavatyypisiä alueita muualta Suomesta. Tämän vuoden keväänä Tukesille jättämämme malminetsintä lupahakemukset on kohdistettu tällaisille alueille Kainuussa ja Lapissa, yhtiön toimitusjohtaja Thomas Hoyer kertoo.

### Suomi on Euroopan kobolttinetsinnän keskus

Thomas Hoyerin mukaan Latitude 66 Cobaltin geologitiimin ensimmäinen suurempi onnistuminen tapahtui jo ennen vuoden 2021 uutta koboltilöytöä.

- GTK julkaisi helmikuussa 2020 *“Quantitative assessment of undiscovered resources in Kuusamo-type Co-Au deposits in Finland”* -raportin, jossa olivat määriteltyinä koboltilöytöjen näkökulmasta otolliset alueet Suomen kallioperässä. Olimme edellisenä vuonna tehneet laajat varaukset alueille, jotka kattoivat merkittävän osan raportissa potentiaalisiksi määritellyistä seuduista. Se lisäsi merkittävästi kansainvälistä kiinnostusta toimintaamme kohtaan, Hoyer toteaa.

Pohja yhtiön strategialle luotiin jo vuosia aikaisemmin läntisessä Australiassa, Perthissä.

Geologian professori Steffen Hagemann, mineraaleihin erikoistuneen sijoitusrahaston vetäjä Russell Delroy ja metallurgi Josh

Welsh olivat jo vuodesta 2006 kiinnittäneet huomionsa kiinalaisten tahojen kauppoihin ja sopimukseen Kongossa.

Kiinalaiset olivat valmiita maksamaan ehtyneistä tai ehtymässä olevista kuparikäivoksistä summia, joita silloiset maailmanmarkkinahinnat eivät pitäneet perusteltuna. Kiina pelasi pitkää peliä, sen strategiana oli hankkia yliote lännestä sähköistymisen kannalta kriittisissä mineraaleissa. Kuparikäivoksissa kiinalaisia tahoja kiinnosti niissä kuparin seuralaisena esiintyvä, mutta heikosti hyödynnetty tai kokonaan hyödyntämätön koboltti.

Havainnon pohjalta Hagemann aloitti laajan selvitystyön, jonka tavoitteena oli löytää malminetsinnälle otollisia alueita, joissa geologia tarjoaa mahdollisuudet koboltilöydöille ja lainsäädäntö sekä yhteiskunnalliset olosuhteet turvan malminetsinnän vaatimille pitkäaikaisille investoinneille.

Työn tuloksena määrittyi kaksi potentiaalista aluetta, Yhdysvaltain Idahon kobolttivyöhyke ja Kuusamon liuskevyöhyke Suomessa.

Mittavan akateemisen uran tehnyt Steffen Hagemann vetää nykyisellään University of Western Australian ja alan yritysten perustamaa Center of Excellency -tutkimuslaitosta. Yhdessä aiemmin mainittujen Delroyn ja Welshin kanssa hän kuuluu Latitude 66 Cobaltin perustajiin ja on yksi yhtiön aktiivisimmista hallituksen jäsenistä.

- Steffen Hagemannin panos ja kansainväliset kontaktit ovat olleet aivan keskeisiä yhtiön geologisen menestyksen kannalta. Hän on tuonut mukanaan kansainvälisiä

osaajia, joiden ansiosta yhtiömme geologeilla on poikkeuksellisen hyvät mahdollisuudet kehittyä omassa työssään, Thomas Hoyer kertoo.

### Tavoitteena Euroopan kannalta merkittävät resurssit

Sahatavara ja ovenkarmit ovat vaihtuneet kairasydämiin. Posion kunnan omistaman Soukkavaaran teollisuusalueen halli muistuttaa mitoiltaan ruotsinlaivaa.

Soukkavaara rakennettiin aikanaan puunjalostusteollisuuden tarpeisiin. Ovenkarmien valmistus Posiolla päättyi vuonna 2019. Nyt samoissa tiloissa tehdään malmitutkimuksiin liittyviä töitä ja samalle teollisuusalueelle remontoidaan parhaillaan hallitilaa tuulivoimaloita huoltavalle yhtiölle.

Latitude 66 Cobaltin malminetsinnän johtaja Simon Griffiths puhuu geologitiimilleen kokemuksen äänellä. Kokemusta on tuonut yli 20 vuoden työskentely vastaavissa tehtävissä Rio Tinton ja Barrick Goldin palveluksessa. Walesilaisen Griffithsin erityistä osaamisalaa ovat geokemian sovellukset malminetsinnässä.

Griffiths muistuttaa, että kaivostoiminnan käynnistäminen olisi jo nyt tunnettujen malmioiden varassa täysin mahdollista. GTK:n tekemän vertailun mukaan Kuusamon Juomasuon koboltti-kultamalmio on Euroopan Unionin alueen neljänneksi suurin tunnettu kobolttimalmio ja kahdestakymmenestä suurimmasta malmiosta kobolttipitoisuudeltaan korkein.

- Samanaikaisesti malmioiden läheisyydessä on alueita, joissa on merkittävää mi-



Simon Griffiths kuvassa keskellä yhtiön geologitiimin ympäröimänä. Kuvassa vasemmalta Ville Niikkonen, Otso Markkanen, Pelayo Barron, Simon Griffiths, Pauli Kangas, Meghan Jackson ja Eleanor Capuano

neraalipotentialia. On viisasta tutkia nuo alueet, jotta niiden sisältämät mahdollisuudet ovat mukana vaikuttamassa kaivostoiminnan ja mineraalien prosessoinnin suunnitteluun, Griffiths toteaa.

Latitude 66 Cobaltin tavoitteena on olla Euroopan mittakaavassa merkittävä kobolttin tuottaja. Suomi on suurin Kiinan ulkopuolisen maailman kobolttin jalostaja noin 15 % osuudellaan maailmanmarkkinasta. 90 % Suomessa jalostettavasta kobolttista on tuontitavaraa, pääasiassa Kongosta ja Venäjältä.

Kairaustutkimukset jatkuvat vuoden 2023 aikana sekä Kuusamossa että Posiolla. Griffiths uskoo hänen ja tiiminsä olevan merkittävän uuden löydön äärellä.

- En tarkoita vain taloudellisesti merkittävää, vaan ennen kaikkea tieteellisesti ja geologisesti merkittävää läpimurtoa. Kuusamon liuskevyöhyke poikkeaa rakenteeltaan muista vastaavista alueista muualla maailmassa. Idahon kobolttivyöhykkeessä on tiettyjä vastaavuuksia, mutta niitäkään ei ole kovin paljon.

Griffithsin mukaan Kuusamon liuskevyöhyke tunnetaan geologialtaan jo nyt paremmin kuin muut vastaavat geologiset alueet.

- Täällä saatua tietoa pystytään soveltamaan esimerkiksi Rovaniemen keskustajaman eteläpuolella Peräpohjan liuskevyöhykkeellä sekä muilla vastaavilla alueilla Suomessa, muualla Fennoskandian kilven alueella tai jopa muualla maailmassa. Kuusamon liuskevyöhykkeellä tehdyllä tutkimuksella voi olla siksi poikkeuksellisen suurta merkitystä. Kun vastaavia alueita muualla

maailmassa aletaan tutkia, oma työomme antaa siihen pohjaa.

Griffithsin määritelmä hyvän malminetsintägeologin urapolusta pitää sisällään muuttaman näkökulman. Klassisen näkemyksen mukaan geologi, joka on nähnyt eniten erilaisia kiviä, on paras geologi. Kuusamon liuskevyöhyke tarjoaa rakenteellisten ominaisuuksiensa ansiosta poikkeuksellisen paljon nähtävää ja analysoitavaa.

- Toinen tekijä, joka on arvokasta malminetsintägeologin kehityksessä, on mahdollisuus olla mukana tekemässä löytöjä. Sellaista kokemusta on tarjolla hyvin harvoin, se on todella harvinaista. Voimme tarjota tuon kokemuksen ja se näkyy mielenkiinnossa työskennellä tiimissämme, Griffiths kertoo.

Griffiths arvioi, että enintään yksi tuhannesta geologista saa mahdollisuuden nähdä geologisen tutkimuskohteen kehittymisen lupaavasta kairauskohteesta aina toimivaksi kaivokseksi asti.

Latitude 66 Cobalt on Griffithsin mukaan panostanut ammattilaisiin, joilla on koke-

**KUUSAMON LIUSKEVYÖHYKE  
TARJOAA RAKENTEELLISTEN  
OMINAISUUKSIENSA  
ANSIESTA  
POIKKEUKSELLISEN PALJON  
NÄHTÄVÄÄ JA  
ANALYSOITAVAA.**



Yhtiön toimitusjohtaja Thomas Hoyer

musta paitsi löydöistä myös niiden kehittämisestä eteenpäin.

- Tämä tarkoittaa verkostoja, joilta yhtiömme geologit voivat oppia koko ajan uutta. Tällaista oppia on tarjolla vain silloin, kun malmioiden ominaisuudet mahdollistavat kehittämisen kohti kaivostoimintaa.

Griffiths on omassa työssään nähnyt Fennoskandian alueeseen kohdistuvan kansainvälisen geologisen mielenkiinnon kasvun.

- Malminetsintäyhtiöt etsivät onnistumisen todennäköisyyttä. Kyse on aina riskien hallinnasta. Valtaosa maailman alueista, joissa on tehty pitkään löytöjä ovat samalla alueita, joissa poliittiset riskit ovat suuria ja yhä kasvussa. Omistusoikeuden suoja on olematon ja lainsäädäntö on epävakaa. Näille alueille ei haluta tehdä sijoituksia.

Griffithsin mukaan Australian tai Yhdysvaltain länsiosien kaltaiset alueet, joissa malminetsintään on investoitu satoja miljoonia euroja viime vuosikymmenten aikana, sisältävät toisenlaisen riskin.

- Noilla alueilla riski on tekninen, sillä todennäköisesti kaikki helposti löydettävissä olevat kohteet on jo löydetty. Niinpä todennäköisyys löydöille on heikentynyt. Suomessa on länsimaisen lainsäädännön tuoma turvallisuus toiminnalle ja varsinkin pohjoisessa Suomessa löytöjä on tehty. Täällä yhdistyvät turvallisuus ja todennäköisyys.

### **Millainen on kobolttimalmion koodiavain?**

Geologi on ihminen, joka näkee kiven sisään. Meghan Jacksonin katse on viimeisen vuoden ollut pohjoisen Suomen peruskallioiden rakenteissa. Hänen kädenjälkensä näkyy erityisesti niissä malminetsintäluupahakemuksissa, joita Latitude 66 Cobalt on





Meghan Jackson

jättänyt kuluneen kevään aikana Kainuussa, Koillismaalla ja Lapissa.

- Mikä on paras tapa löytää parkkipaikaksi rakennettu alue? Silloin täytyy tuntea tieverkosto ja ymmärtää sen logiikka. Parkkipaikan löytäminen ilman tietoa tieverkostosta on silkkaa arpapeliä, Meghan Jackson tiivistää Latitude 66 Cobaltin malminetsintäalueiden määrittelyä.

Jacksonilla on menestyksenkäs työura potentiaalisten geologisten alueiden paikantajana. Hänen työnsä lähtökohtana on laajojen geologisten alueiden systemaattinen rakenteellinen analyysi.

Jackson muistuttaa, että malminetsintä on historiallisista ajoista lähtien ollut taloudellisesti motivoitua toimintaa. Ihmiskunnan historiassa malminetsintä on ollut ikuisia, mutta sen kohteet ovat aina vaihdelleet. Jokaisella geologisella alueella on myös eri aikakausina ollut oma määrittävä mineraalinsa, jonka mukaan panostuksia malminetsintään on tehty.

- Suomessa on keskitytty kupariin, sinkkiin, nikkeliin, kromiin sekä erilaisiin papeiteollisuuden tarvitsemiin ainesosiin, vaikka ne eivät olekaan varsinaisesti mineraaleja. Edellisen puolen vuosisadan menestys on aina määrittänyt malminetsinnän panos-

tuksia. Tämä siitäkkin huolimatta, että teknologinen kehitys maailmassa on nopeutunut, Jackson toteaa.

Outokummun ja Rautaruukin malminetsintään sekä GTK:n omaan työhön pohjautuva geologinen arkisto on teknologisessa murrosvaiheessa Jacksonin mukaan korvaamattoman arvokasta ja ainutlaatuista tietoa.

- Aiempien geologisukupolvien raportit kurioositeetit ovat nyt tietoa, joka vie meitä merkittävästi eteenpäin omassa tutkimustyössämme. Vaikka heidän pääasiallinen mielenkiintonsa kohdistui aivan eri mineraaleihin tai muihin hyödykkeisiin, heidän tutkimustyönsä saa uuden merkityksen ja tarkoituksen tässä ajassa. Samoin tulee käymään aikanaan omalle työllemme.

Maailmantalous on aiemmin saanut tarvitsemansa kobolttin pääasiassa kupari- ja nikkeli-kaivosten sivutuotteena.

- Koska kobolttikaivoksia ei juurikaan ole, ei ole myöskään tietoa siitä, millainen on pääasiallisen kobolttiesiintymän geologinen ympäristö. Mutta Suomessa toimiessamme meillä on merkittävä määrä historiallista geologista tietoa, jonka varassa voimme tämän arvoituksen ratkaista.

Jacksonin tulinnan lähtökohtana on paikantaa alueita, joissa geologiset tapahtumat ovat aikanaan luoneet mahdollisuudet kobolttimalmioiden syntyyn. Näin syntyy se tiekartta, jonka myötä geologiitiimi pyrkii löytämään ”parkkipaikaksi rakennettuja alueita” eli kobolttimalmioita.

- Suomen geologiaa ei voi selittää muualta kopioitujen geologisten mallien kautta. Siksi seuraavat merkittävät löydöt eivät myöskään tapahdu niiden avulla. Samaan aikaan historiallinen arkistotieto antaa ainutlaatuiset mahdollisuudet ymmärtää Suomen geologiaa.

Latitude 66 Cobaltin malminetsintä on edennyt laajojen varausalueiden analysoinnista malminetsintäalueiden määrittelyyn rakenteellisesti potentiaalisilla alueilla. Työ jatkuu kesän 2023 aikana laajoilla kentätutkimuksilla, joissa keskitytään maaperänäytteiden keruuseen, historiallisten geologisten havaintojen varmistamiseen sekä kiviäytteiden keruuseen.

### **Aktiivinen viestintä luo edellytykset tutkimustyön toteuttamiselle**

Latitude 66 Cobalt on ensimmäinen ja toistaiseksi ainoa Suomessa toimiva yhtiö, joka on julkaissut omat lainsäädäntöä tiukemmat rajoitukset malminetsintätyölleen. Yhtiö ei tee malminetsintää luonnonsuojelualueilla, Natura 2000-alueilla tai saamelaisien kotiseuduksi määritellyllä alueella.

Yhtiö ei tee malminetsintää suurten hiihtokeskusten tai Posion Riisitunturin kaltaisten luontomatkailukohteiden lähistöllä. Säteeltään kymmenen kilometrin laajuinen malminetsinnän suojavyöhyke mitataan kyseisten kohteiden laelta.

Yhtiöllä on malminetsinnässä erilaisia suojavyöhykkeitä myös luonnonsuojelualueisiin, tärkeimpiin vesistöihin, taajamiin sekä kulttuurihistoriallisiin kohteisiin. Malminetsintäalueita rajattaessa yhtiö käy keskusteluja niin kuntien kuin alueen muidenkin tahojen kanssa. Yhtiöllä on porotalouden osalta palikunnille nimetty yhteyshenkilö, jolla on itsellään taustaa porotaloudesta.

- Olemme pieni yhtiö ja haluamme kohdentaa tiimimme älyllisen potentiaalin ja yhtiön taloudelliset investoinnit sellaisille alueille, joille kaivostoiminnan kehittäminen on mahdollista, Thomas Hoyer perustelee yhtiön itselleen asettamia malminetsinnän rajoituksia.

Osasta yhtiön varaus- ja lupa-alueiden rajauskäytännöistä on tullut myös Kaivosteollisuus ry:n malminetsintäyhtiöille antamia suosituksia. Yhtiö ajoi poiketen muista alan toimijoista julkisuudessa aktiivisesti kaivosvero-nimellä tunnetun rojalitjärjestelmän käyttöönottoa.

- Malminetsinnän ja kaivostoiminnan kehittämisessä paikallinen viestintä on hyvän yhteistyön perusta. Paikkakuntien ja maakuntien omat mediat ovat tärkeitä, samoin kuntien väki ja erityisesti valtuutetut. Meillä on yhtiönä äärimmäisen hyviä kokemuksia siitä, miten aktiivisesti valtuutetut perehtyvät malmietsintään ja sen tuomiin taloudellisiin vaikutuksiin, toimitusjohtaja Thomas Hoyer kertoo.

Hoyer muistuttaa, että malminetsintäyhtiöllä on mahdollisuus tehdä tutkimuksia maanomistajan luvalla jo sinä aikana, kun malminetsintäaluehakemukset ovat Tukesin käsittelyssä tai mahdollisissa valitusprosesseissa.

- Paikalliset työntekijämme ja paikallisten yritysten käyttö aina kuin mahdollista ovat olleet avainasemassa siinä, että valtaosa maanomistajista tukee tutkimustyötä. Alueesta riippuen 85–95 % maanomistajista on antanut luvan tutkimuksiin omilla mailaan. Emme olisi päässeet tähän ilman tilaisuuksien järjestämistä ja panostuksia aktiiviseen tiedotustoimintaan, Hoyer toteaa. ▲

TEKSTI: JUSSI LÄHDE

**MALMINETSINNÄN JA  
KAIVOSTOIMINNAN  
KEHITTÄMISESSÄ  
PAIKALLINEN  
VIESTINTÄ ON HYVÄN  
YHTEISTYÖN PERUSTA.**



# Koulutetut koirat työmaaräjähteiden etsinnässä

**V**iimeisen vuoden aikana on louhinta- ja kaivostyömailla saatanut nähdä vilahduksen nelijalkaisista työntekijöistä, kun työmaaräjähteiden etsintään koulutetut koirat ovat aloittaneet toimintansa Suomessa. Koiran uskomaton hajuaisti on aina herättänyt mielenkiintoa tutkijoissa, ja sen kykyä haastetaan jatkuvasti uusiin sovelluksiin. Jo vuosien ajan koiria on käytetty erilaisiin tehtäviin, kuten huumeiden etsintään, pelastusoperaatioihin ja pommien etsintään. Työmailla niiden kyky tunnistaa ja paikallistaa työmaaräjähteitä on osoittautunut erityisen arvokkaaksi. Koirien hajuaisti

on jopa satoja kertoja herkempi kuin ihmisen, mikä tekee niistä ihanteellisia työtovereita työmaiden turvallisuuden ylläpitämisessä.

## Pohjoismaiden mallista kotimaan markkinoille

Koirien käyttö lähtemättömien patruunoiden paikallistamiseksi sekä erityisesti louhinta-alueiden turvallisuuden varmistamiseksi on jo pitkään ollut osana Ruotsin ja Norjan louhintatyökäytäntöjä. Suomessa koirien käyttö on vielä verrattain uutta, mutta niiden ylivoimainen hajuaisti on tullut tutuksi jo suurelle osalle alan urakoitsijoita. Ensimmäiset koirat aloittivat työskentelynsä

kesällä 2022, kun mm. kiviaines- ja louhintapalveluita tarjoava Swerock sekä erikoisetsintäkoiria kouluttavat International K9 Institute, lyhyesti IK9I, yhdistivät pitkän kokemuksensa ja ammattitaitonsa uuden palvelun tarjoamiseksi myös kotimaassa. He halusivat tarjota palvelun, joka olisi käytettävissä kaikille sitä tarvitseville matalalla kynnyksellä ja kustannustehokkaana vaihtoehtona manuaaliselle etsinnälle.

## Räjähdekoiran tie työmaalle

Räjähdekoirat koulutetaan tunnistamaan yleisimmin louhinta- ja kaivostyömailla käytössä olevat patruunoidut siviiliräjäh-

ALOITUSKUVA

Räjähdekoira Taru ja ohjaajansa Tanja Karpela

deaineet. Ne kykenevät paikallistamaan räjähteet hajuaistillaan syvältä louhikosta ja tamppaantuneenkin maa-aineksen läpi. Koirat ilmoittavat löydöstään passiivisesti ilmaisemalla, eli pysähtymällä vahvimman hajukeskittymän kohdalle ja pysymällä siinä paikoillaan, kunnes koiran ohjaaja pyytää koiran pois. On tärkeää, ettei koira itse kaiva löytöään esiin, vaan jättää sen työn louhinta-alan ammattilaisille.

Vaikka koira etsii työssään räjähteitä, on sen työ yhtä tärkeää silloinkin, kun mitään ei löydy. Kun halutaan varmistaa vanhan kentän turvallisuus ennen porausta tai luovuttaa/vastaanottaa työmaa kahden eri urakoitsijan välillä, tuo koiran käyttö alueella vielä yhden lisäturvallisuustekijän lisää jo tehtyjen rutiinitoimenpiteiden rinnalle.

Koirien koulutus työmaaräjähteiden etsintään vaatii ammattitaitoa ja kärsivällisyyttä. Yhteistyössä kouluttajien ja asiantuntijoiden kanssa koirista valitaan ne yksilöt, joilla on potentiaalia työskennellä vaativissa olosuhteissa. Koulutusprosessi alkaa perustaidoista ja etenee vähitellen työmaaräjähteiden hajujen tunnistamiseen. Koirat oppivat erottamaan räjähdysaineiden hajut muiden hajujen joukosta ja ilmoittavat havainnoistaan ohjaajilleen niille koulutetulla tavalla.

Etsittävien aineiden tunnistamisen ja ilmaisemisen lisäksi koirilta vaaditaan erinomaista sopeutumiskykyä moninaisiin työmaaolosuhteisiin. Niiltä vaaditaan kykyä suorittaa tehtävänsä motivoituneesti ja varmalla otteella myös silloin, kun maasto, sää tai ympärillä olevat isot koneet tekevät siitä haasteellisen. Koirilla tulee olla erinomainen perustotelevaisuus, ja niiden tulee pystyä matkustamaan rennosti niin työautossaan, kuin missä tahansa muussakin kuljetusvälineessä, joita työmaa- ja kaivosolosuhteissa tarvitaan.

Koulutuksen suuritöisin osuus on opettaa koirat tekemään etsintää toivotulla tavalla koiranohjaajan ohjauksessa, mutta itsenäisesti edeten. Koirat ovat luonnostaan hyviä etsijöitä, mutta etsintätyöskentely tulee valjastaa aina kyseiseen työympäristöön ja etsittäväan kohdehajuun sopivaksi. On tärkeää korostaa, että koulutetut koirat eivät toimi yksin, vaan ne työskentelevät tiiviissä yhteistyössä ihmisten kanssa. Työmaahenkilöstö, koirat ja koiranohjaajat muodostavat yhdessä tiimin, joka toimii saumattomasti yhteen varmistaa työmaiden turvallisuuden ja tehokkuuden.

### Laadusta tinkimättä

Toistaiseksi työmaaräjähteisiin koulutettujen koirien määrä Suomessa on pieni, ja

palveluntarjoajia on vain muutama. Koirien laadun varmistamiseksi jokainen toimija vastaa tällä hetkellä koirien testaamisesta ja laadun varmistamisesta parhaaksi katsomallaan tavalla, koska yhteistä laatustandardia ei ole. IK91 noudattaa koirien kouluttamisessa ja testaamisessa YK:n räjähdde-etsintäkoirien laatuvaatimuksia tehtävään soveltuvin osin. Lisäksi koirien taitoja testataan sisäisesti neljännevuosittain sekä kerran vuodessa ulkopuolisen, kolmannen osapuolen toimesta. Koirien työn korkean laadun ylläpito on ensiarvoisen tärkeää, jotta toiminta on turvallista ja tuo lisäarvoa jo olemassa oleville menetelmille.

### Onnistumisen ilo on paras palkka

Koirat tekevät työtään lelupalkalla. Ne nauttivat suunnattomasti saadessaan lähteä aamulla ohjaajiensa mukaan ja hyppäävätkin aina innoissaan työauton kyytiin. Työmaalla niistä jokainen haluaisi päästä ensimmäisenä hommiin, koska palkkana hyvin tehdystä työstä on aina leikki lempilelulla oman ohjaajan kanssa. Jos käy hyvä tuuri, saattaa työn päätyttyä päästä leikkimään myös jonkun uuden ihmisen kanssa.

Ohjaajille ja kouluttajille on tärkeää nähdä koirien nauttivan työstään. Työmotivaation tulee olla niin suuri, että koira ei tarvitse käskä työskentelemään, vaan sille riittää lupa aloittaa. Silloin voidaan luottaa siihen, että koira tekee kaikkensa suoriutuakseen tehtävästään parhaalla mahdollisella tavalla.

Työtehtävien päätyttyä asiakkailta saatu palaute kruunaa jo tehdyn työn. Kun koirien merkkamista paikoista on löytynyt räjähteitä ja ne on saatu poistetuksi turvallisesti ja kenenkään vahingoittumatta, tai kun puhtaaksi varmistetulta alueelta ei ole löytynyt mitään jälkeinpäin, on se iso ilo ja ylpeyden aihe myös koiranohjaajille ja kouluttajille. Aina silloin työn merkitys korostuu ja se antaa motivaatiota jatkaa eteenpäin.

### Turvallisuus ennen kaikkea

Silloinkin, kun tavoitteena on parantaa ihmisten turvallisuutta, on tehtävässä työskentelevien nelijalkaisten turvallisuus taattava. Räjähddekoirat ovat rakkaita perheenjäseniä sekä huippuunsa koulutettuja asiantuntijoita, joiden arvoa on vaikea mitata rahassa. Niinpä työolosuhteet pyritään aina järjestämään



Räjähddekoirien työskentely-ympäristöt ovat usein haastavia.

niin, että sekä koiranohjaajalla että koiralla on turvallista työskennellä. Siinä missä koirakon ihmisjäsen käyttää räjäytystyömailla vaadittavia suojaimeja ja asusteita, on koiralla yleensä päällään huomioliivi ja tarvittaessa viiltosuojatossut. Maasto-olosuhteista riippuen koirat työskentelevät joko kytkettyinä tai irti, aina tilanteen edellyttämällä turvallisimmalla tavalla. Vaikka koirat työskentelevät räjähteiden kanssa, liittyvät suurimmat riskit epästabiliin työskentelyalustaan, irtonaisiin ja teräviin kivenlohkareisiin. Pieneltäkin näyttävä kiven pala voi pudotessaan tai liikahtaessaan saada isoja vaurioita aikaan. Siksi onkin ensiarvoisen tärkeää tehdä riskiarvio ennen jokaista työsuoritusta sekä valmistella etsintäympäristö ja kulkureitit koirakolle mahdollisimman turvallisiksi.

Työturvallisuus on suomalaisilla louhinta- ja kaivostyömailla erinomaisella tasolla. Onnettomuuksia sattuu vähän, ja niistäkin suurin osa on pieniä. Jokainen ennalta vältetty onnettomuus on välttämisen arvoinen, ja siinä apuna on ihmisen paras ystävä, koira. ▲

TEKSTI: KARITA HÄKKINEN  
KUVAT: IK91



# Maailman parhaat kairasydänlaatikot

Parhaat asiat ovat yksinkertaisia, eikä nyt tarkoiteta insinöörejä. Vaikka kaivosalakin pöhisee hiilineutraaliudesta, vetytaloudesta ja tekoälystä, eivät kaikki asiat ole silti täysin muuttuneet digitalisaation viemänä. Malminetsintä, tuo kaiken alku ja juuri, perustuu yhä edelleen suurelta osin siihen, että geologit kävelevät metsässä, kairakone puskee kiviä näytteitä, laboratorio murskaa, jauhaa ja analysoi, ja tuloksia tulkitaan metallinkiilto silmissä. Tässä ketjussa jokainen lenkki on tärkeä, ja yksi niistä lenkeistä on suomalaisesta kuusesta valmistettu puulaatikko.

**K**un autolla ajelee Kalajoen viehättävällä maaseudulla päättyvän tien viimeisen talon pihaan, voisi kuvitella saapuvansa tavalliselle maatilalle. Pihapiirissä huomaa kuitenkin äkkiä, että täällä tehdään muutakin kuin viljellä maata. Yhden rakennuksen suurista nosto-ovista huristelee lastin kanssa ulos trukki, joka ylittää pihan ja katoaa toisen

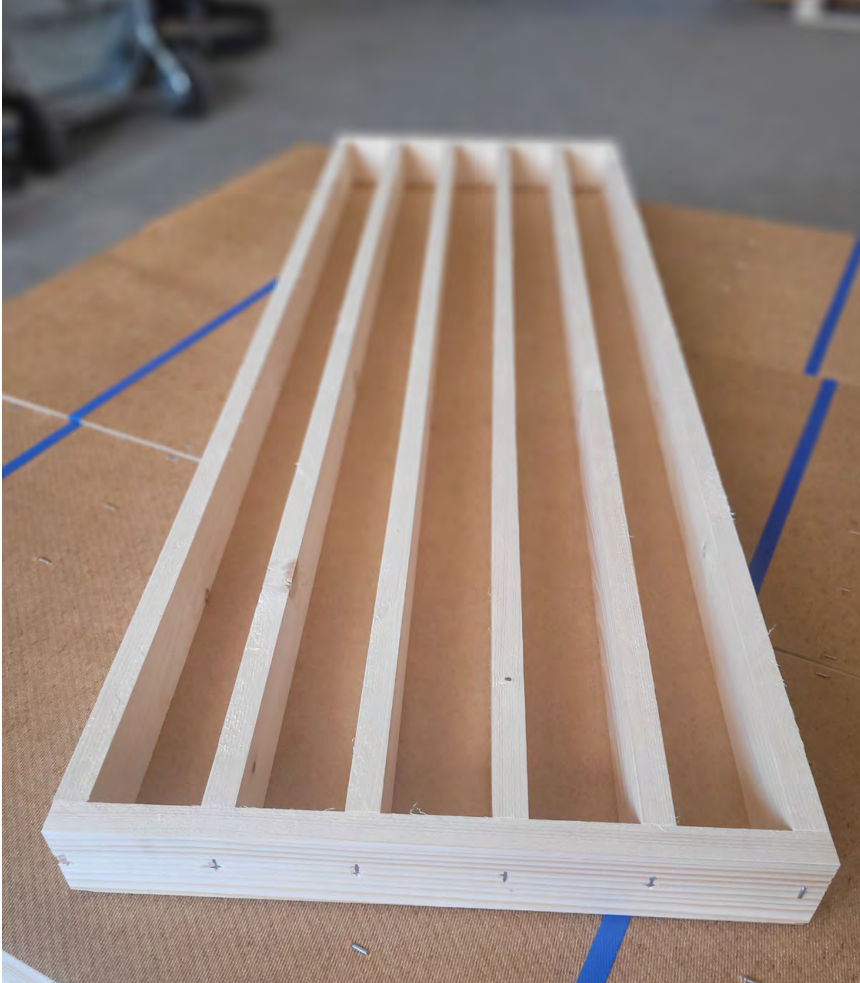
hallin uumeniin. Jostain kuuluu etäistä jyskettä. Pressuhallin edessä on siisteissä pinoissa puutavaraa ja siitä tehtyjä valmiita tuotteita, selvästikin odottamassa kyytiä maailmalle. Paikka ei ole mikä tahansa maatila, vaan Raution Moninikkarin, eli kansainvälisemmin Nordic Drilling Boxin kotipesä. Täällä Kalajoen Kärkiskylässä tehdään suurin osa Suomessa käytettävistä kairasydänlaatikoista

sekä muita kairaukseen ja kairasydänten käsittelyyn ja varastointiin tarvittavia tuotteita.

Yrityksen perustaja ja toimitusjohtaja Ossi Rautakoski astuu tuotantotiloista aurinkoiseen ulkoilmaan iloisesti tervehtien ja lähtee esittelykierrokselle vieraan kanssa. Ulkona noutoa odottavat valmiiden laatikoiden pinot ovat vaikuttavia, mutta sisällä pressuhallissa niitä on vielä moninkertainen määrä

#### ALOITUSKUVA

Ossi Rautakoski valmiiden laatikoiden kanssa. Kalajoelta on lähtenyt vuoden 2022 loppuun mennessä yhteensä noin 800 000 laatikkoa työmaille.



Valmis kairasydänlaatikko. Tuotevalikoimassa on laatikot jokaiselle yleisimmälle näytekoolle.

lisää. Seinien vierillä on myös muita yrityksen tuotteita tarkassa järjestyksessä; kairasydänlaatikoiden mittoihin tehtyjä kuormalavoja, laatikkopinojen kansia ja merkkipalikoita, joita laatikoihin sujutetaan merkitsemään ajojen välejä.

Ennen laatikkobisnekseen ryhtymistä Ossi Rautakoski viljeli kotitilaansa, pyöritti perunapakkaamoja ja muun muassa osallistui uusien perunalajikkeiden markkinointiin. Tämä kaikki antoi pohjaa yrittämiselle, ja loikka viljelytuotteiden pakkauksesta muihin pakkauksratkaisuihin oli suhteellisen lyhyt. Niinpä vuonna 2007 ensimmäiset kairasydänlaatikot näkivät päivänvalon.

Tuotantotiloissa Rautakoski esittelee koneet, joilla laatikot kasataan. Kauaa ei tarvitse yrittäjää kuunnella, kun alkaa ymmärtää, että päätuote eli puulaatikko ei ole mikä tahansa puulaatikko, vaan loppuun saakka mietitty huipputuote. Jokaisen riman ja naulan paikka, laatikon kasaamisjärjestys, pohjalevy ja materiaalit ovat tarkkaan harkitut ja käytössä toimiviksi testatut. Sama seikka tuntuu toistuvan muissakin tuotteissa, mutta yritys myös kuuntelee asiakkaitaan ja räätälöi osan tuotteista yksilöllisten toiveiden mukaan.

Nordic Drilling Boxin laatikoilla on vankka markkina-asema. Rautakosken hal-

leilta on lähtenyt työmaille ympäri Pohjolaa viime vuosina noin 80 000 laatikkoa vuodessa. Reklamaatioiden määrä on ollut erittäin vähäinen, joten asiakkaat ovat voineet tyytyväisinä luottaa laatuun.

Tiloja kiertäessä käy ilmi kuin ohimennen, että tuotannossa käytettävät koneet on suunniteltu ja valmistettu itse. Tässä vaiheessa alkaa olla selvää, että yrityksen tarinan ainutlaatuisin seikka ei ole tuotevalikoima ja sen onnistunut markkinoiden valloittaminen, vaan yrittäjä itse. Ossi Rautakoski on todellinen tee-se-itse-mies, joka suunnittelee ja valmistaa sen, mitä tarvitaan. Ei ainoastaan tuotetta, vaan myös tuotantolinjat.

Moni yrittäjä hykertelisi tyytyväisenä ja keskittyisi nauttimaan työnsä hedelmistä, jos olisi vakiinnuttanut yhtä vahvan aseman omalla toimialallaan. Rautakosken jutustelua jonkin aikaa kuunneltua ei ollenkaan yllätä, että hän ei kuulu näihin. Valikoimaa on jo laajennettu muun muassa palveluiden suuntaan ja kairasydänlaatikoita kierrätetään uudelleen käytettäväksi. Jos loppukäyttäjältä ei jää laatikoissa varastoitavia näytteitä, voidaan laatikot kierrättää Kalajoella yrityksen pajalla käsittelyssä ja palauttaa uudenveroisina työmaalle. Pienin erityisjärjestelyin laatikko on käytettävissä uudelleen jopa 4-6 kertaa. Tämä

säästää käyttäjälle selvää rahaa, mutta myös pienentää materiaalin tarvetta, ympäristökuormitusta ja hiilijalanjälkeä.

Kansainvälisiä markkinoitakin on jo tunnusteltu verkostojen kautta sekä suomalaisten kairausurakoitsijoiden avulla. Laatikoita on toimitettu Pohjoismaiden lisäksi muun muassa Keski-Eurooppaan, Grönlantiin ja Huippuvuorille.

Ossi Rautakosken tapa puhua suunnittelusta on kutkuttavan ristiriitainen; maanläheinen ja vaatimaton. Tyyli ei sisällä ollenkaan ylimielisyyttä tai itseriittoisuutta, eikä puheessa vilahtele bisnesjargonia. Silti on täysin selvää, että yritys on suuntaamassa vahvemmin kansainvälisille markkinoille, kehittämässä palveluitaan ja kasvattamassa tuotantoaan. Suuntaviivoja on jo vedetty, ja tuotantomäärien skaalaamisessa on vain taivas rajana.

Yrittäjän visioihin ja tulevaisuudensuunnitelmiin on helppo uskoa, eivätkä ne tunnu ollenkaan epärealistisilta. Kairasydänten varastoinnissa ja säilytyksessä on perinteisiä kansallisia erikoisuuksia, kaikenlaisia järjestelmiä ja laatikoita. Materiaaleissa löytyy puuta, metallia ja muovia, on pitkää ja pätkeä, leveää ja kapeaa. Osassa näytteet lepäävät urassa kuin valmiina pyörähtämään karkuteille, ja toisissa kivet solahtavat syvälle laatikon uumeniin. Vaikka asiaa pohjisi miten objektiivisesti, on vaikea nähdä suomalaisen kairasydänlaatikon voittanutta ratkaisua. Se on luonnonmateriaalista tehty, kestävä, helposti pinottava ja käsiteltävä sekä pitkäikäinen.

Yritys on muuttamassa Rautakosken kotitalalta Himangalle, jonne remontoidaan parhaillaan suurempia ja sopivampia tiloja aivan Valtatie 8:n tuntumaan. Vaikka varsinaisen tuotantotyön hoitavat pääasiassa yrityksen työntekijät, riittää toimitusjohtajallekin puuhua ja tekemistä. Päivään kuuluu sekä arkisempaa askareta että suurten linjojen pohtimista yrityksen tulevaisuuden varalle. Naapuri oli silti lakonisesti tokaisut yrittäjälle: ”Kun et sää mittään tee”.

- Niin, pitäisköhän sitä alkaa vielä jottain tekemään? pohtii Ossi Rautakoski pienen hymyn kera. Jäämme mielenkiinnolla odottamaan, miten suureksi laatikkobisnes kasvaa, jos näin käy. ▲

TEKSTI JA KUVAT: JOHANNA ALITALO



## YOUR TRUSTED PARTNER IN EUROPE

ORICA - NO. 1 GLOBAL SUPPLIER OF COMMERCIAL EXPLOSIVES

INITIATING SYSTEMS



DIGITAL SOLUTIONS



EXPLOSIVES



ELECTRONIC BLASTING SYSTEMS



Orica Finland Oy  
orica.com  
tilaukset@orica.com | 010 321 2550



## Recognized pioneer in eco-friendly exploration & drilling

Safe Discovery Award – Innovation  
granted by Anglo American Plc.

ISO 14001 Environmental Management System  
since 2004

Environmental Contribution of the year 2013  
Awarded by Euro Mining Jury, Finland.

Patented water recirculation system

Oy Kati Ab Kalajoki  
Sievintie 286 | 85160 Rautio | Finland  
www.oykatiab.com



### Ainutlaatuinen ja kattava palvelukonsepti malminetsinnän ja kaivostoiminnan tarpeisiin

- Geologiset palvelut
- Geotekniset palvelut
- Kenttäpalvelut
- Kaivospalvelut
- Näytteiden käsittely- ja säilytyspalvelut

Lue lisää [www.palsatech.fi](http://www.palsatech.fi)



Ota yhteyttä:  
info@palsatech.fi  
040 180 5324



- Kivinäytteiden esikäsittely
- Vesi- ja maaperänäytteenotto ja analyysit
- Vedenkäsittelytestit
- Pitkäaikaiskäyttötymistestit



Nivala - Ylivieska - Sodankylä

[www.feasib.com](http://www.feasib.com)



# Materiaalit vihreän siirtymän mahdollistajina

## MASCOT ekosysteemi-hanke kiihdytyskaistana vihreän siirtymän markkinoille

Suomi pyrkii saavuttamaan hiilineutraaliuden vuoteen 2035 mennessä. Tavoitteeseen pääseminen edellyttää talouden rakennemuutosta kohti vety- ja kiertotaloutta, päästöttömiä energiajärjestelmiä ja liikenteen ja prosessien sähköistymistä. Materiaalit ovat keskeinen vihreän siirtymän mahdollistaja. Sähköiseen liikkuvuuteen liittyvät akkumateriaalit ovatkin nousseet vahvasti esiin julkisessa keskustelussa mm. raaka-aineiden riittävyyden näkökulmasta. Materiaalit ovat avainasemassa myös vety- ja kiertotaloudessa. Vedyn varastointi ja kuljetus ovat laajamittaisen vetytalouden perusedellytyksiä, ja materiaaliratkaisujen tulee mahdollistaa vedyn turvallinen ja luotettava toimitus käyttökohteeseen. Kiertotalouden näkökulmasta

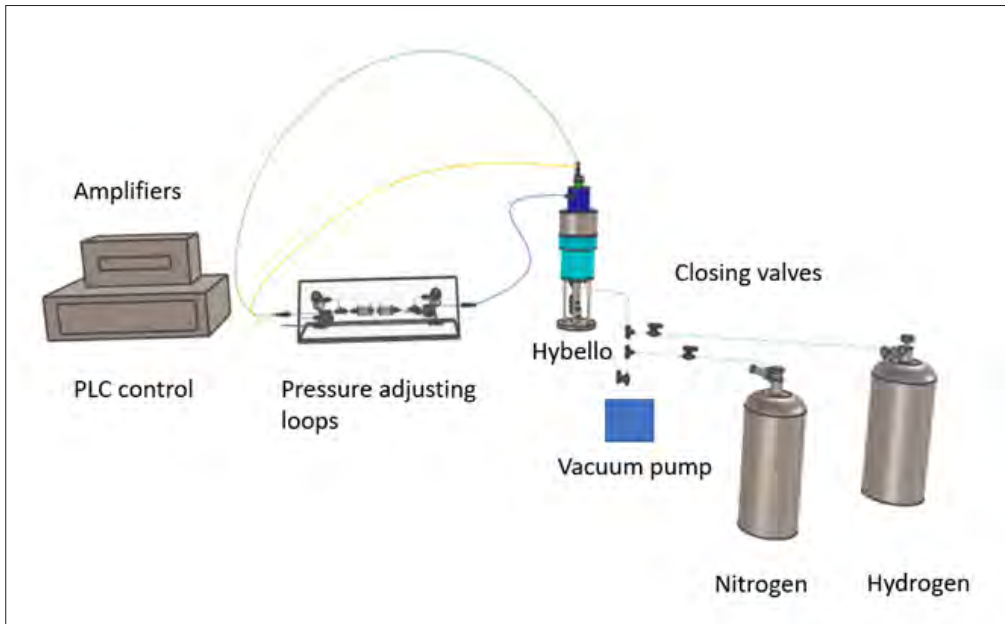
prosessilaitteiden, kuten säiliöiden, reaktorien ja putkistojen, olisi toivottavaa pysyä käytössä mahdollisimman pitkään, kun taas prosessien monipuolistuvat ja muuttuvat raaka-ainevirrat asettavat samanaikaisesti uudenlaisia vaatimuksia materiaaleille. Business Finlandin rahoittama hanke MATERIALS for CO<sub>2</sub>-neutral processes in resource-intensive industries (MASCOT, 2022-2025, 7,2 M€) luo tietopohjaa oikeanlaisten materiaaliratkaisujen tueksi vety- ja kiertotalouteen siirryttäessä (Kuva 1). Hankkeen tavoitteena on ratkaista uusien hiilineutraalien teknologioiden mahdolliset materiaalitekniset pullonkaulat ja luoda materiaali-innovaatioiden kautta kilpailukykyä suomalaiselle teollisuudelle.

MASCOT-ekosysteemin yritykset muodostavat kokonaisen arvoketjun ja pystyvät yhdessä toimittamaan kokonaisratkaisuja uusille asiakkaille. Konsortioon kuuluvat

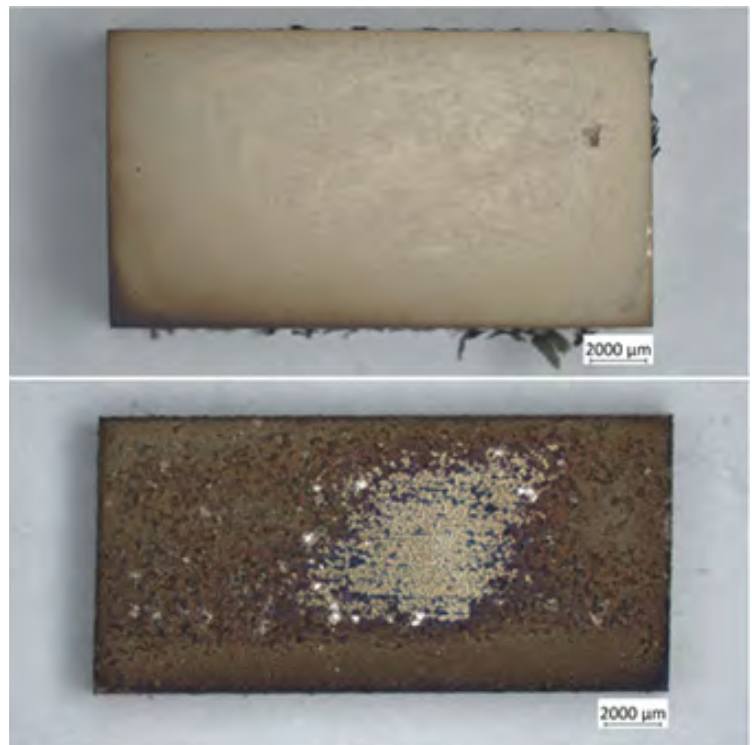
laitemateriaalivalmistaja (Exote), prosessi- ja energiateollisuuden laitevalmistajat (Andritz, Metso, Wärtsilä), säiliö- ja säiliökuljetusratkaisujen valmistaja (Nordic Tank) ja uusiutuvien polttoaineiden ja kemikaalien valmistaja (Neste). Näistä kuudesta mukana olevasta yrityksestä Neste ja Wärtsilä ovat Business Finlandin veturiyrityksiä. Julkisessa tutkimushankkeessa on lisäksi mukana kaksi tutkimuslaitosta: Teknologian tutkimuskeskus VTT (VTT, hankkeen koordinaattori) ja Oulun yliopisto, joiden osaaminen ja profiloituminen hankkeen teemojen parissa täydentävät hyvin toisiaan. MASCOT-ekosysteemin vahvuus on sen monialaisuus sekä kumppanien monipuolinen ja toisiaan täydentävä osaaminen, laitekanta ja verkostot. Näin haasteita ja ratkaisuja voidaan lähestyä monesta suunnasta ja innovaatiot pystytään tuomaan markkinoille nopeasti ja tehokkaas-

ALOITUSKUVA

MASCOT-hankkeen kaksi tulevaisuuden tukijalkaa: vetytalous ja kiertotalous. Hankkeessa pureudutaan näiden keskeisiin materiaalihaasteisiin.



Kuva 2. Kaaviokuva koejärjestelystä matalan taajuuden väsymiskokeisiin ns. Hybello-laitteistolla



a) Kuva 3. a) Kokeen toteutus putkiuunissa. b) Esimerkinäytteet 1000 h kokeen jälkeen ammoniakkipitoisessa kaasuatmosfäärissä (14NH<sub>3</sub>-Ar, 400°C). Ennen koetta näytteet olivat väriltään metallinharmaita.

ti. Hankkeen tähtäimessä ovat vihreän siirtymän kasvumarkkinat.

### Vetysiirtymän materiaalihaasteet

Vetytaloutta tarvitaan hiilineutraaliustavoitteiden saavuttamiseksi, ja se on ainutlaatuinen mahdollisuus Suomelle ja alan suomalaisille toimijoille. Valtioneuvosto jul-

kisti helmikuussa 2023 [1] ministeri **Mika Lintilän** johdolla vetysiiirtymää koskevan periaatepäätöksen, jossa Suomi tavoittelee Euroopan johtavaa asemaa vetytaloudessa ja 10 % osuutta Euroopan Unionin päästöttömän vedyn tuotannosta vuonna 2030. Vedyn etuna on sen monipuolisuus, ja vety mahdollistaa uusiutuvan energian tehokkaan

hyödyntämisen ja energian pitkäaikaisen varastoinnin. Lisäksi vedyllä on teollisia käyttökohteita monilla aloilla metallinjalostuksen sovelluksista kemikaalien raaka-aineisiin ja sähköpolttoaineiden kautta päästöttömään liikkuvuuteen saakka. Vety sinällään ei ole uusi asia: Suomessa vetyä käytetään öljyn jalostukseen ja biopolttoaineiden valmis-



tukseen, kemianteollisuuden prosesseissa sekä metallien jalostuksessa ja kaivosteollisuudessa [2]. Tulevaisuudessa vedyn käytön odotetaan kuitenkin kasvavan voimakkaasti ja valtaavan uusia aloja. Vihreän vedyn laajamittainen ja hajautettu valmistus sekä käyttö uusissa teollisissa prosesseissa tuovat uusia haasteita, jotka pitää ratkaista ennakolta, jotta vetysiirtymä onnistuu toivotulla tavalla.

Vedyn varastointi ja kuljetus ovat laajamittaisen vetytalouden perusedellytyksiä, ja materiaaliratkaisujen tulee mahdollistaa vedyn turvallinen ja luotettava toimitus käyttökohteeseen. Kustannustehokkain tapa kuljettaa suuria määriä vetyä on kaasuputki. Kaasuputkien ohella tarvitaan myös maantie- ja laivakuljetuksia. Niissä vetyä voidaan kuljettaa kaasuna tai nestemäisenä, tai esimerkiksi ammoniakkinä ja nestemäisinä orgaanisina yhdisteinä. Nordic Tankin hankkeen tavoitteena on kehittää uusia säiliö- ja säiliökuljetusratkaisuja mm. vedylle. Tähän liittyen julkisessa hankkeessa kehitetään uusia kokeellisia valmiuksia tutkia terästen mekaanisia ominaisuuksia ja väsymiskäyttäytymistä korkeapaineisessa vety-ympäristössä ja luodaan uutta osaamista tämän aiheen ympärille. Tutkimuksissa hyödynnetään mm. VTT:llä rakennettua ns. Hybello-laitetta, joka mahdollistaa materiaalien väsymistutkimukset vetykaasussa 120 bar paineeseen asti alhaisilla taajuuksilla (Kuva 2), ja Oulun yliopistossa kehitettyjä permeaatiokennoja vedyn diffuusion tutkimiseksi. Hankkeessa luotavan tietopohjan kautta varmistetaan siitä, että vedyn aiheuttamat vaikutukset materiaalien käyttäytymiseen ovat tiedossa, ennustettavissa ja hallittavissa.

Yksi esimerkki uusista sovelluskohteista on vedyn käyttö polttoaineena. Vihreän siirtymän tavoitteet vaikuttavat merenkulkuun, jossa laivaliikenteelle asetetut päästörajoitukset ovat kiihdyttäneet uusiutuvien polttoaineiden kehitystä ja käyttöönottoa. Wärtsilän Zero Emission Marine -veturihankkeen yksi keskeisistä teemoista on polttomoottorikonseptit vedyn ja ammoniakkin käyttämiseksi polttoaineena. MASCOT-hankkeessa luodaan tietopohjaa tukemaan tätä tavoitetta. Vedyn ja ammoniakkin lämpöominaisuudet poikkeavat perinteisten polttoaineiden vastaavista ominaisuuksista selvästi. Lisäksi nämä kaasumaiset polttoaineet ovat ns. kuivia polttoaineita eivätkä osallistu esimerkiksi pintojen voiteluun tribologisissa systeemeissä. Osana julkisen tutkimuksen hanketta on parhaillaan käynnissä diplomityö liittyen ammoniakkin aiheuttamaan korkean lämpö-

tilan korroosioon teräksissä (Sofia Ojasalo, Aalto yliopisto, kuva 3.). Tämän teeman lisäksi perehdytään mm. vedyn aiheuttamaan materiaalien vaurioitumiseen korotetuissa lämpötiloissa (ns. high-temperature hydrogen attack, HTHA) ja vedyn ja ammoniakkin vaikutuksiin tribologisissa systeemeissä.

### **Materiaaleista kilpailukykyä kiertotalouden mukaisiin prosesseihin**

Kiertotaloudella tarkoitetaan sellaisia tuotanto- ja liiketoimintamalleja, joissa olemassa olevat raaka-aineet, materiaalit ja tuotteet hyödynnetään mahdollisimman tehokkaasti ja korkeassa jalostusarvossa. Omistamisen sijaan tuote tai materiaali voidaan vuokrata tai lainata. Toisaalta elinkaarensa päähän tullut tuote pyritään käyttämään uudelleen, korjaamaan, kunnostamaan tai kierrättämään, jolloin sen valmistamiseen käytetyt resurssit pysyvät luomassa taloudellista lisäarvoa. Raaka-ainevaltaisessa teollisuudessa yksi keskeinen lähestymistapa on raaka-ainekiertojen sulkeminen ja kierrätysraaka-aineen hyödyntäminen. MASCOT-hankkeen yritykset ovat edelläkävijöitä kiertotalousperiaatteiden mukaisten prosessien ja teknologioiden saralla. Nesteen Novel sustainable & scalable solutions for transportation and chemicals -veturihankkeessa hyödynnetään kierrätysmuovia polttoaineiden ja kemikaalien valmistuksessa. Metson tavoitteena on käyttää prosessien raaka-aineena kierrätyspäätyviä sähköautojen akkuja, kun taas Andritzin hankkeessa pyritään sulkemaan raaka-ainekierrat sellaisen prosessin sivuvirtojen osalta, joita ei tällä hetkellä vielä hyödynnetä (kokonaan).

Raaka-ainevirtojen muutokset tarkoittavat vähintäänkin prosessiolosuhteiden sovitamista uuden raaka-ainepohjan mukaisiksi ja äärimmäisissä tapauksissa jopa koko tuotantoprosessin uudistamista nykytilanteeseen verrattuna.

Kierrätysraaka-ainevirrat saattavat myös sisältää epäpuhtauksia, kuten fluorideja [3] ja muita halideja, jotka ovat aggressiivisia prosessilaitteiden, esim. säiliöiden, putkistojen ja sekoittimien materiaaleille ja pahimmillaan rikastuvat ajan myötä prosessissa. Halidien tiedetään aiheuttavan mm. pistekorrosiota ja jännityskorroosiota metalliseoksissa [4], ja nämä paikalliskorroosion muodot saattavat edetä rakenteissa nopeasti ilman havaittavia varoitusmerkkejä. Uudet käyttöolosuhteet merkitsevät sitä, että prosessilaitteissa ja -rakenteissa käytettävien materiaalien on vastattava täysin uudenlaisiin vaatimuksiin. Toisaalta, jotta kiertotalouden mukaiset prosessit pystytään ottamaan tuotantokäyttöön, niiden teknologioiden ja laiteratkaisujen tulee toimia ennustettavasti ja luotettavasti tinkimättä turvallisuudesta ja kilpailukykyvyydestä. MASCOT-hanke pyrkii vastaamaan näihin haasteisiin materiaalitekniikan ratkaisujen ja innovaatioiden kautta. ▲

### **Lähteet**

1. Työ- ja elinkeinoministeriö, Hallitus hyväksyi periaatepäätöksen vedystä - Suomella edellytykset valmistaa 10 prosenttia EU:n vihreästä vedystä 2030. Lehdistötiedote 9.2.2023, <https://valtioneuvosto.fi/-/1410877/hallitus-hyvakysi-periaatepaatoksen-vedysta-suomella-edellytykset-valmistaa-10-prosenttia-eu-n-vihreasta-vedysta-2030>
2. Business Finland, National hydrogen roadmap for Finland. Business Finland, 2020.
3. J. Qin, G. Zhang, L. Zeng, W. Guan, Z. Cao, Q. Li, M. Wang, Y. Chen, S. Wu, Deep fluoride removal from the sulfate leaching solution of spent LIBs by complexation extraction with Al<sup>3+</sup> loaded solvent. Separation and Purification Technology 305, 2023, 122343.
4. M.A. Kappes, Localized corrosion and stress corrosion cracking of stainless steels in halides other than chlorides solutions: a review. Corrosion Reviews 38, 2020, 1-24.

TEKSTI: **ELINA HUTTUNEN-SAARIVIRTA, VILMA RATIA-HANBY, PEKKA POHJANNE**  
TEKNOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS VTT OY

**KIERTOTALOUDELLA  
TARCOITETAAN  
SELLAISIA TUOTANTO- JA  
LIIKETOIMINTAMALLEJA,  
JOISSA OLEMASSA OLEVAT  
RAAKA-AINEET, MATERIAALIT  
JA TUOTTEET HYÖDYNNETÄÄN  
MAHDOLLISIMMAN  
TEHOKKAASTI JA KORKEASSA  
JALOSTUSARVOSSA.**

Partner  
for positive  
change



## Metso Pumps Luotettava kumppani energiatehokkaaseen pumppaamiseen

Uusilla pumppaus- ja nesteensiirtoratkaisuillamme voit saada alennettua energiankulutusta jopa kolmanneksella.

[metso.com](http://metso.com)

# Metso



# Li carbonate and hydroxide products and their purities

Taking action against climate change through the transition to low-carbon energy requires new lithium intensive technologies for energy storage. For example, electromobility relies on Li-ion batteries (LIBs) that will require a manifold increase in minerals processing, potentially including, e.g., Li (40×) by 2040. This motivates the development of refining processes for primary and secondary Li resources, and increases interest towards different Li-intermediates and precipitates as well as purities of the recovered products. This article briefly summarizes commercial Li-salts and their purities, as well as purities of recycled lithium originating from waste batteries (Figure 1) with the focus on  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  and hydroxide salts. Additionally, a short introduction to the standardization of Li is presented as a continuation to the article entitled *Vihreän tulevaisuuden materiaalit* (Materials for a greener future) published in *Materia* 3/2020 by Frans Nilsén (METSTA).

## Li in battery manufacturing

LIB cell consists of cathode, anode, current collectors, electrolyte, separator, and cell casing [1]. Prior to the actual LIB cell manufacturing process, the cathode active materials (CAMs) need to be synthesized. Cathode

materials consist of transition metal (e.g. Co, Ni, Mn) oxides containing lithium, the structure allowing lithium ions to diffuse out and back in during charging and discharging of battery. However, also alternative chemistries including lithium iron phosphate (LFP) are

taking a large share of the battery market. In this article LFP batteries are excluded.

There are several methods used in CAM synthesis, co-precipitation being widely used. High purity metal salts, such as Ni, Co, Mn sulfates, are used as primary raw materials

ALOITUSKUVA

Waste batteries (Aalto University, Eren Öztekin)



Figure 2. Crushed battery waste

in the first stage of cathode materials production. In the process, these metal salts are mixed with the target ratio to produce cathode material precursor pCAM mixture in alkaline conditions. Next, pCAM is subjected to calcination with high purity lithium salt. In this article lithium carbonate and lithium hydroxide are considered as the possible lithium sources. Lithium carbonate is mainly used for producing low-Ni (less than 10%) CAMs and lithium hydroxide when the Ni concentration is high (10–30% of nickel). When lithium hydroxide is used as the lithium source, the calcination process can be performed at a lower temperature as compared to the use of lithium carbonate. [2,3].

Primary Li production is dominated by Australia (Li concentrate) and Chile (Li carbonate). However, recently the Finland-based production by Sibanye-Stillwater's Keliber lithium hydroxide project has announced being already in the construction phase. Also, CAM (and pCAM) production is mainly located in Asia, but industrial operation in Finland is also getting increasing focus. Umicore Finland Oy has pCAM production in Kokkola and is planning its expansion, while also BASF and CNGR (partly owned by Finnish Minerals Group) are planning pCAM production in Harjavalta and Hamina, as indicated by the applied environmental permits. In addition, CAM production is being planned at Kymenlaakso in Kotka in a joint venture between FMG and Beijing Easpring.

The Vaasa region is also gaining attention as environmental impact assessment programs have been submitted during the spring 2023 for CAM and graphite material plants located in the Giga Vaasa industrial area. [4, 5].

### European Battery regulation for battery recycling and recycled content in batteries

The treatment and approach of waste batteries have been regulated by Directive 2006/66/EC [6]. However, as a part of European Green deal, the new upcoming European Battery regulation will replace Battery Directive aiming at a more sustainable and circular battery value chain. The regulation will require increasing amounts of battery materials to be recycled and recovered as well as recycled battery materials to be used in battery manufacturing. Therefore, the purity of recycled lithium salts is of increasing interest for future battery recycling and production industry. Additionally, element specific recycling targets will be set, the recovery target for lithium increasing up to 50% by 2027 and to 80% by 2031 [7]. In recycling processes, Li is typically recovered as carbonate or hydroxide. Alternative recovery routes are being constantly developed, e.g., via phosphate precipitation.

### Commercial lithium carbonate salts

The manufacturing processes and the origin of lithium vary between commercial actors. The most common source of lithium



Figure 3. Black mass

is brine with close to 60% of the identified global reserves. Other sources for lithium are hard-rocks (~30%) as well as sediment hosted deposits (<3%). Lithium salts produced from brine typically contain more impurities as compared to those originated from hard-rocks as the lithium concentrate is produced by evaporation. [8]. In the current paper, commercial salts and their purities were investigated from the following chemical providers; Targay [9], Leverton [10], Livent [11], China Lithium Products Technology Ltd [12] and Albemarle [13]. As evident, the impurities and their amounts are highly dependent on the origin, but the challenge is that the lithium source is often not disclosed by the commercial actors.

The minimum purity level of commercial battery grade  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  was found to be 99.5%, while the highest purity level reported by the manufacturer in the commercial salts was up to 99.999%. Battery grade  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  is advertised and sold under three different grades: Battery, Enhanced and Superior, where the latter refers to the purest grade. Grade "Battery" refers in this article to a purity level of  $99.5\% \leq \text{Li}_2\text{CO}_3 < 99.9\%$ , "Enhanced" refers to a purity level of 99.9% and "Superior" for purities over 99.9%.

All commercial  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  salts had Ca, Fe, and Na as impurities. Both Ca (50–400 ppm) and Na (20–600 ppm) in addition to chlorides (35–300 ppm), sulfates (30–1000 ppm) and acid insolubilities (200 ppm) were among the major impurities. The concentration of other impurities was at maximum 50 ppm (i.e., Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mn, Mg, Ni, Pb, Zn, and Si). The reported water content varied from 3000 to 6000 ppm.

It is obvious that the share and number of impurities reduces clearly as the purity level increases. However, the typical impurities and their concentration vary a lot even between

the same grade of commercial Li salts. This may be due to the different manufacturing processes and the aimed used/applications where the Li salt will be used. For example, certain impurities present in brines (e.g. Na, Mg, Cl, sulfate) are technically hard to remove without producing technical grade carbonate in the first stage and battery grade only in the second purification process. The impurity ranges of the examined commercial chemicals are presented in Table 1.

### Recycled $\text{Li}_2\text{CO}_3$ from battery waste

Literature review was conducted to study different recycling approaches presented in scientific literature, with the focus on lithium recovery ( $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ) and its purity (if reported). Typically, raw materials used in the battery recycling studies vary from synthetic chemicals to manually dismantled fractions and up to industrially collected and treated battery waste. This has an impact on the impurities exposed to processing. Industrial battery waste is heterogeneous, metallic elements concentrating on larger particle size fractions (Figure 2) whereas active materials and lithium concentrate on the smaller particle size fractions, i.e. black mass (Figure 3).

In most of the recycling processes, the raw material is treated by acidic leaching with reductant to extract both lithium and transition metals into the solution from the cathode materials. Most commonly studied leaching solutions are mineral acids (such as sulfuric acid and hydrochloric acid). However, a wide variety of other leaching media has also been reported. In all studied processes, some kind of solution purification steps are necessary (e.g. by precipitation and solvent extraction units) prior to Li precipitation. All reviewed studies also used  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  as precipitation agent in  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  recovery. Additionally, pre-treatment operations, such as roasting, can be used to promote leaching and its selectivity in the desired leaching media.

### Recycling process cases

Wang et al. [14] studied chloride-based processing for lithium recovery using synthetic raw materials from reagent grade CAMs (LCO, LMO, and NMC111). Material was subjected to leaching, the solution was purified and  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  was recovered using saturated  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  at a temperature close to 100 °C. In this process, the achieved purity of  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  was 96.97% and the analyzed impurities were Na (2.21%) and Rb (0.1%), leaving 0.72% for the other impurities. The recovery of Li was  $80 \pm 1\%$ .

Opposite to Wang et al. [14], Atia et al. [15] studied sulfuric acid-based processing using industrial battery waste. In their research, black mass was subjected to reductive leaching ( $\text{H}_2\text{SO}_4\text{--H}_2\text{O}_2$ ), solution purification was performed and finally,  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  was recovered. At highest, 72% recovery and 99.8% purity was achieved for  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  with Na as an impurity. In addition, also other industrial residues, such as LiF-rich spent electrolyte of aluminum production, have been subjected for studies in sulfuric acid leaching in order to achieve battery purity  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  [16].

The use of various kinds of selective pre-treatments has been reported in the literature. For example, Peng et al. [17] used nitration and selective roasting as a pre-treatment for lithium recycling from industrially treated waste LIBs (rich with LCO and NMC111). The used pre-treatment allowed lithium to form nitrates, accessible for selective leaching directly in water. The purity of  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  was 99.95% and 90% of the lithium was recovered. Na (300 ppm), nitrate (30 ppm), 10 ppm of Fe, Zn, and Al as well as <10 ppm of Cu, Co and Mn were detected as impurities.

Natarajan et al. [18] studied recovering lithium both from cathode and anode materials from spent LIBs used in mobile phones. The raw material was manually dismantled and separated to the following fractions: cathode, anode and separator materials. In processing, cathode material separation from aluminum was complex consisting of immersion in dimethylformamide and followed by PDF binder removal by calcination. The anode material (graphite) was detached from copper by ultrasonication in water and then separated by centrifugation. Only after these excessive pre-treatments, 3 M acetic acid ( $+\text{H}_2\text{O}_2$ ) was applied for cathode material leaching and water for lithium extraction from the anode material. The purity of  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  was 99.4% (cathode) and 99.7% (anode). The recovered  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  from cathode contained Co (700 ppm), Mn (3300 ppm), Ni (500 ppm), Al (300 ppm) and Na (1300 ppm) as impurities.  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  from anode material contained Co (600 ppm), Mn (500 ppm), Ni (100 ppm), Al (300 ppm), Na (1000 ppm) and Cu (500 ppm) as impurities.

Furthermore, Higuchi et al. [19] studied lithium recovery from several different cathode materials (LMO, LCO,  $\text{LiNi}_{0.85}\text{Co}_{0.15}\text{O}_2$ , NMC111), using water and  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$  as the leaching chemicals, and resulting sulfate-based solution. The investigated raw materials were provided by chemical

industry. Purities of recovered  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  were following: 99.6% (LMO), 100% (LCO), 99.4% ( $\text{LiNi}_{0.85}\text{Co}_{0.15}\text{O}_2$ ) and 99.5% (NMC111). Na was reported as an impurity for  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  produced from LMO (3400 ppm),  $\text{LiNi}_{0.85}\text{Co}_{0.15}\text{O}_2$  (5000 ppm), and NMC111 (4000 ppm).

### Purities of recycled $\text{Li}_2\text{CO}_3$

The purity of Li recovered as  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  was reviewed from 20 different recycling studies [14–33], presented in Table 2. The used analysis methods in these studies were XRD, SEM, ICP-OES and AAS. The used raw material, purity level of the produced salt and recovery rate are included, and it is further indicated, whether the purity meets  $\geq 99.5\%$ , which was shown to be the minimum purity level for commercial battery grade Li carbonate products. It should be noted that the lithium recovery stream between the recycling studies may vary and that the purity targets may vary as well - as future business models may also be based on lithium carbonate production as intermediate product to be subjected for further lithium purification.

The summary suggests that the most common impurity in  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  products is Na (310–22100 ppm) followed by Mn (60–3300 ppm) and Al (80–8000 ppm). In addition, Ca was analyzed in certain studies (120–360 ppm). The presence of Cu varied from <10 to 500 ppm and the presence of Co from <10 to 740 ppm, whereas Fe was occasionally analyzed (10–380 ppm).

Furthermore, Jo & Myung [20] reported impurities in more detail including Cl (420 ppm), Mg (410 ppm), K (390 ppm), and B (260 ppm), while Porvali et al. [21] reported B (30 ppm), Ba (20 ppm), and Mn (960 ppm) as impurities from LCO type of battery waste. The published characterization results of the recycled lithium carbonate products indicate that the recycled Li-products may contain a wider number of impurities when compared to commercial battery grade lithium salts due to the complex multi-metal composition of a LIB. It is also likely that in the published recycling research the final lithium recovery process is less optimized and conceptualized from both recovery and purity point of view and does not typically include a secondary lithium salt purification process.

### Commercial lithium hydroxide salts

Commercial hydroxide salts and their purities were investigated from the following chemical providers; ThermoFisher [34], Livent [35], Halmek Lithium [36], Nanografi

Table 1. A summary of impurity limits for lithium carbonate and hydroxide from commercial products and standards YS/T 582-2013 and GB/T 26008-2020

Salt	Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>				LiOH in LiOH·H <sub>2</sub> O		LiOH·H <sub>2</sub> O	LiOH, anhydrous
	YS/T 582-2013 [44]	Battery [9–13]	Enhanced [9, 12]	Superior [9]	GB/T 26008-2020 [45]	Battery [34–36, 38]	Battery [37, 39]	Battery [38]
Purity, %	99.5	99.5 ≤ purity < 99.9	99.9	> 99.9	56.5–57.5	54.0–56.5	99.0–99.3	98.5
Al, ppm	10	5–50	2–10	0.8–3		10	5	
B, ppm					50–100			
Ca, ppm	50	50–400	10–25	3–10	20–100	15–100	10–100	50
Cd, ppm				5				
Cl, ppm	30	35–300	20		20	20–500	10–50	50
Co, ppm				1				
Cr, ppm				1		5–10		
Cu, ppm	3	5–10	2–10	0.5–1	1	5–10	10	
Fe, ppm	10	5–20	2–10	0.8–3	7	5–10	5–50	20
K, ppm	10	10–20	10	5–10	30–50	10–30	10–100	50
Mn, ppm	3	5–10	5–10	1	10	10		
Mg, ppm	80	10–100	10	5	10		5	
Na, ppm	250	20–650	20	3–10	50	20–80	10–500	50
Ni, ppm	10	6–30	10	1		10	5	
Pb, ppm	3	5–20	5	0.5–1		10	5	
Zn, ppm		5–10	5	3		10		
S, ppm						50		
Si, ppm	30	40–50	40–50	10–18		30	50	
Sulfate, ppm	800	30–1000	3–100		80–100	50–100		100
H <sub>2</sub> O, ppm	2500	3500–6000				3500	50	
CO <sub>2</sub> -3, ppm					4000–5000		10000	
CO <sub>2</sub> , ppm						3500	3000	6000
Water insolubilities, ppm						100		100
Acid insolubilities, ppm						100		50

[37], Ganfeng Lithium [38] and Targay [39]. The products presented were lithium hydroxide monohydrate (LiOH·H<sub>2</sub>O) or anhydrous lithium hydroxide (LiOH). The purity levels for commercially available battery grade LiOH·H<sub>2</sub>O were determined to be between 54.0–56.5% for LiOH content, while the total purity levels for LiOH·H<sub>2</sub>O were reported to be 99.0–99.3%. The purity of anhydrous battery grade LiOH was reported to be 98.5%.

In summary, the different products contained a total of 21 different impurities, which can be categorized into three groups based on their concentration levels. The major impurities in lithium hydroxides were carbonates (<10000 ppm), carbon monoxide (3000–3500 ppm) as well as Na and chlorides (10–500 ppm). The mid-level impurities included Ca, K, acid and water insolubilities as well as sulfates (<100 ppm). The minor impuri-

ties included Al, Cu, Cr, Fe, Mn, Mg, Ni, Pb, and Zn (maximum in few tens of ppm). All commercial LiOH products were reported to contain Fe, K, Na, and chlorides due to their problematic nature in different applications. For example, K and Na tend to replace Li in the matrix and Fe is a contaminant for glass applications. All impurities and their concentration ranges are listed in Table 1.

### Recycled lithium hydroxide from battery waste

Only two studies were found, in which Li was recovered as LiOH·H<sub>2</sub>O from battery waste, and both of these managed to produce battery grade LiOH·H<sub>2</sub>O comparable to the commercial ones.

Liu et al. [40] studied an innovative route for lithium extraction from spent LIBs containing Li, Co, Ni, Cu, Al, Mn, Fe, and C.

Battery grade LiOH·H<sub>2</sub>O was produced via reductive hydrogen roasting and water leaching. The purity of the recovered LiOH·H<sub>2</sub>O product was 99.92% containing 57.10% of LiOH. As impurities the produced LiOH·H<sub>2</sub>O contained Al (80 ppm) and Na, Ni, Co, Mn, Cu and Fe (<10 ppm).

Park et al. [41] studied LiOH·H<sub>2</sub>O recovery from NCA based waste CAMs. The black powder was de-lithiated and leached in water. The Li containing solution went through a series of crystallization, washing and filtration before drying. The purity of the produced LiOH·H<sub>2</sub>O was 99.5% containing 56.5% of LiOH. Na (33 ppm) was observed as an impurity, but Ca and Fe were not detected.

### Standardization of Li salts

Standardization may have several advantages, such as increasing the quality in operation

Table 2. A summary of Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> purity grades from different lithium recycling studies

Reference	Raw material	Purity (%)	Recovery (%)	Impurities reported	≥99.5% purity
Wang et al. [16]	Li rich electrolyte of aluminum production process	99.5	84	x	x
Zhang et al. [22]	NMC111	97	81	x	
Atia et al. [15]	Spent LIBs	99.8	72	x	x
Jo & Myung [20]	LCO	99.48	81	x	
Chen et al. [23]*	LCO, LMO, NMC111	99.18	81		
Granata et al. [24]	LCO	98	80		
Shuya et al. [25]	LIB	99.61	92		x
Peng et al. [17]	LNO, LCO, LMO	99.95	90	x	x
Xiao et al. [26]	LMO	99.7	91.3		x
Gao et al. [27]	NMC111	99.9	98.22		x
Gao et al. [28]	NMC111	99.93(86)	90		x
Meshram et al. [29]	spent LIBs	98	96.7		
Nayl et al. [30]*	Leach liquor of mixed spent LIBs	99.6			x
Zhu et al. [31]	LCO	99.48	71		
Bae et al. [32]*	LiPF <sub>6</sub>	99		x	
Wang et al. [14]*	LCO, LMO, NMC111	96.97	80 ± 1	x	x
Chen & Ho [33]	NMC111, LCO	99.5			x
Natarajan et al. [18]	spent LIBs (cathode – Li containing oxide & anode – Cu foil with graphite)	Cathode: 99.4 Anode: 99.7		x	x
Porvali et al. [21]	LCO	95.3	50	x	
Higuchi et al. [19]*	LIB cathode materials	LMO: 99.6 LCO: 100 LiNi <sub>0.85</sub> Co <sub>0.15</sub> O <sub>2</sub> : 99.4 1: 99.5	LMO: 51.7 LCO: 65.7 LiNi <sub>0.85</sub> Co <sub>0.15</sub> O <sub>2</sub> : 46.4 NMC111: 37.6	x	x

\*Synthetic raw material

or product as well as improving safety and the combability of products and services. The standards are used by companies and organizations all around the world for different purposes. Standards related to lithium are still under progress, and they may, e.g., handle the analysis methods of lithium, which is currently the aim of technical ISO committees. Additionally, material specification related to, e.g., lithium product purity are currently in use in China (Li hydroxide and carbonate).

### ISO/TC 333 Lithium

ISO/TC 333 is a technical committee founded in summer 2020 and initiated by China to develop ISO standardization in the field of lithium covering the whole value chain from mining to recycling and reuse. The main goal is to remove the technical barriers between standards for different nations.

The technical committee consists of several working groups (WG) and the standardization of lithium hydroxide analysis methods is under WG2, whereas lithium carbonate is under WG3. In addition, an Ad Hoc Group

(AHG1 Analysis Methods) has been established under the technical committee to unify the standards for chemical analysis methods and thus make the standardization process more efficient.

The standardization process of lithium is at the very beginning and will most likely take 2–3 years to achieve a mutual agreement between the parties (countries). Each party has one vote and their opinions and goals for the standardization of lithium vary.

At this point, the contents of the Li standards have only been determined by the title level. Currently, the focus of Li salt standardization is to standardize the used analysis methods to investigate purity levels and the impurity content instead of strict material specifications.

### Chinese Li standards

At the moment, China is nationally using standards for Li salts. According to GB/T 11064.1-2013 [42] and GB/T 11064.2-2013 [43] (Table 1), the determination of the purity level of lithium salts (Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> and LiOH·H<sub>2</sub>O) is determined by acid-al-

kali titrimetric method. A sample of a salt is dissolved in hydrochloric acid standard titration solution. Methyl red–bromocresol green is used as an indicator. The consumed amount of acid is used to calculate the content of Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> and LiOH·H<sub>2</sub>O. Calcium content in the test sample will be converted into lithium carbonate content and correspondingly sodium and potassium content in a test sample will be converted to lithium hydroxide monohydrate.

YS/T 582-2013 [44] states that Battery grade Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> requirements are ≥ 99.5% purity and a d<sub>50</sub> value between 3–8 μm and d<sub>90</sub> between 9–15 μm. By appearance, the product is a white powder without any visible impurities. The standard also determines the maximum magnetic impurity content (3 ppm). The accepted impurity levels were stated for Na (<250 ppm), sulfates (<800 ppm) and water (<2500 ppm).

Based on Chinese standard GB/T 26008-2020 [45], battery grade lithium hydroxide monohydrate can be divided in three designations according to the chemical composition. By appearance, battery grade lithium

hydroxide monohydrate can be divided into crystal type and fine powder. LiOH content is required to be 56.5–57.5% and a d50 value to be 3–20 µm for all designations. The allowed magnetic impurity content varies from 0.05 to 0.2 ppm depending on the designation. The impurity limits for both Chinese lithium salt standards are presented in Table 1. It should be noted that Chinese lithium standards are defined for lithium salts produced from hard-rock which naturally contain less impurities as compared to the ones originated from brine.

### Highlights of the research results

Increasing use of batteries and the ambitious target to recover up to 80% of lithium by 2031 set by EC (Battery regulation) highlights the importance of development of competitive technologies for Li recovery from LIB waste. Also, the focus in recycling process and business model development should be directed to optimizing the purity of recovered final lithium products (or intermediates with further purification), to allow their efficient integration back to the value chain and use in battery manufacturing.

From the commercial Li salt products, the typical minimum purity level for Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> was found to be 99.5%. The purity levels for LiOH·H<sub>2</sub>O were determined to be between 54.0–56.5% for LiOH content, while the total purity levels for LiOH·H<sub>2</sub>O were reported to be 99.0–99.3%. In addition, an anhydrous battery grade LiOH was advertised with purity level of 98.5%.

Some of the recycled and recovered lithium salts reported in the open literature were summarized and the results indicated that in general there may appear higher quantity and concentrations of impurities in the recycled products. However, several of the products could still achieve purities similar to commercial grade lithium salts. Also, the effect of impurities during CAM production and further in battery operation is unclear, as the industry has historically operated only with high purity chemicals, however mixing them in controlled ratio with several other (high purity) elements.

The standardization in the field of lithium is under development and different parties (countries) have different targets in the standardization work. At this point of the discussion, most of the western countries seem to aim at lithium standardization that focuses on the analysis methods of purity, rather than at the product purity itself. In such case the material specifications will remain between the industrial actors and customers.

### Acknowledgements

The financial support during the years from Business Finland, BATCircle2.0 (grant number 44886/31/2020) is acknowledged as well as an overview for the ISO standardization situation of lithium by Frans Nilsén (METS-TA). In addition, comments by Pyry Hannula (FMG) and Liisa Haavanlammi (Materia) are highly appreciated. ▲

### References

- [1] Velázquez-Martínez, O., Valio, J., Santasalo-Aarnio, A., Reuter, M., & Serna-Guerrero, R. (2019). A critical review of lithium-ion battery recycling processes from a circular economy perspective. *Batteries*, 5(4), 68. <http://dx.doi.org/10.3390/batteries5040068>
- [2] Jo, S., Han, J., Seo, S., Kwon, O.S., Choi, S., Zhang, J., Hyun, H., Oh, J., Kim, J., Chung, J., Kim, H., Wang, J., Bae, J., Moon, J., Park, Y.C., Hong, M.H., Kim, M., Liu, Y., Sohn, I., Jung, K. & Lim, J. (2022). Solid-State Reaction Heterogeneity During Calcination of Lithium-Ion Battery Cathode. *Advanced Materials*, 2207076. <https://doi.org/10.1002/adma.202207076>
- [3] Li, W., Erickson, E. M., & Manthiram, A. (2020). High-nickel layered oxide cathodes for lithium-based automotive batteries. *Nature Energy*, 5(1), 26–34. <https://doi.org/10.1038/s41560-019-0513-0>
- [4] Finnish Minerals Group. Finnish Battery Chemicals on jättänyt akkumateriaalien tuotantoa koskevan Yva-selostuksen. [Cited 6.4.2023]. Available at: [https://www.mineralsgroup.fi/fi/ajankohtaista/uutiset/finnish-battery-chemicals-on-jattaynt-akkumateriaalien-tuotantoa-koskevan-yva-selostuksen.html?p81=7&news\\_tag=](https://www.mineralsgroup.fi/fi/ajankohtaista/uutiset/finnish-battery-chemicals-on-jattaynt-akkumateriaalien-tuotantoa-koskevan-yva-selostuksen.html?p81=7&news_tag=)
- [5] Finnish Minerals Group. Yva-menettely Vaasan anodimateriaalitehtaasta käynnistyy. [Cited 6.4.2023]. Available at: <https://www.mineralsgroup.fi/fi/ajankohtaista/uutiset/yva-menettely-vaasan-anodimateriaalitehtaasta-kaynnistyy.html>
- [6] Directive on batteries and accumulators and waste batteries and accumulators (2006), Directive 2006/66/EC, OJ L 266/1.
- [7] European Commission (2022, December 9). Green Deal: EU agrees new law on more sustainable and circular batteries to support EU's energy transition and competitive industry. [Cited 8.5.2023]. Available at: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_22\\_7588](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_7588)
- [8] Desauty, A. M., Monfort Climent, D., Lefebvre, G., Cristiano-Fassi, A., Peralta, D., Perret, S., Urban, A. & Guerrot, C. (2022). Tracing the origin of lithium in Li-ion batteries using lithium isotopes. *Nature Communications*, 13(1), 4172. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-31850-y>
- [9] Targay (2011, May 25). Lithium Carbonate. Product data sheet. [Cited 24.1.2023]. Available at: <https://www.targray.com/content-data/mediafiles/images/documents/pds-lithium-carbonate.pdf>
- [10] Leverton Lithium Chemicals. Lithium Carbonate Battery Grade 99.5%. 4236DSO9 datasheet. [Cited 24.1.2023]. Available at: [https://levertonprod.wpenginepowered.com/wp-content/uploads/2018/11/4236\\_Lithium\\_Carbonate\\_Battery\\_Grade\\_99.5\\_0.pdf](https://levertonprod.wpenginepowered.com/wp-content/uploads/2018/11/4236_Lithium_Carbonate_Battery_Grade_99.5_0.pdf)
- [11] Livent (2022, September 15). Lithium Carbonate, Battery Grade. QS-PDS-1059 datasheet. [Cited 24.1.2023]. Available at: <https://livent.com/wp-content/uploads/2022/09/QS-PDS-1059-r4-Lithium-Carbonate-Battery-Grade-Product-Website.pdf>
- [12] China Lithium Products Technology Ltd. Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 99.99% Battery Grade. [Cited 8.12.2022]. Available at: [http://lithium-chemical.com/products\\_13/66.html](http://lithium-chemical.com/products_13/66.html)
- [13] Albemarle (2017, December 12). Lithium Carbonate, battery grade < 40 micron. [Cited 24.1.2023]. Available at: <https://www.albemarle.com/products/lithium-carbonate-battery-grade-40-micron>
- [14] Wang, R.C., Lin, Y.C., & Wu, S.H. (2009). A novel recovery process of metal values from the cathode active materials of the lithium-ion secondary batteries. *Hydrometallurgy*, 99(3–4), 194–201. <http://dx.doi.org/10.1016/j.hydromet.2009.08.005>
- [15] Atia, T.A., Elia, G., Hahn, R., Altamir, P., & Pagnanelli, F. (2019). Closed-loop hydrometallurgical treatment of end-of-life lithium ion batteries: Towards zero-waste process and metal recycling in advanced batteries. *Journal of Energy Chemistry*, 35, 220–227. <https://doi.org/10.1016/j.jechem.2019.03.022>
- [16] Wang, W., Chen, W., & Liu, H. (2019). Hydrometallurgical preparation of lithium carbonate from lithium-rich electrolyte. *Hydrometallurgy*, 185, 88–92. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2019.02.013>
- [17] Peng, C., Liu, F., Wang, Z., Wilson, B. P., & Lundström, M. (2019). Selective extraction of lithium (Li) and preparation of battery grade lithium carbonate (Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) from spent Li-ion batteries in nitrate system. *Journal of Power Sources*, 415, 179–188. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2019.01.072>
- [18] Natarajan, S., Boricha, A.B., & Bajaj, H.C. (2018). Recovery of value-added products from cathode and anode material of spent lithium-ion batteries. *Waste Management*, 77, 455–465. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.04.032>
- [19] Higuchi, A., Ankei, N., Nishihama, S., & Yoshizuka, K. (2016). Selective recovery of lithium from cathode materials of spent lithium ion battery. *Jom*, 68, 2624–2631. <https://doi.org/10.1007/s11837-016-2027-6>
- [20] Jo, C.H., & Myung, S.T. (2019). Efficient recycling of valuable resources from discarded lithium-ion batteries. *Journal of Power Sources*, 426, 259–265. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2019.04.048>
- [21] Porvali, A., Aaltonen, M., Ojanen, S., Velázquez-Martínez, O., Eronen, E., Liu, F., Wilson, B.P., Serna-Guerrero, R. & Lundström, M. (2019). Mechanical and hydrometallurgical processes in HCl media for the recycling of valuable metals from Li-ion battery waste. *Resources, Conservation and Recycling*, 142, 257–266. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.11.023>
- [22] Zhang, X., Bian, Y., Xu, S., Fan, E., Xue, Q., Guan, Y., Wu, F., Li, L. & Chen, R. (2018).



- Innovative application of acid leaching to regenerate Li ( $\text{Ni}_{1/3}\text{Co}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{O}_2$ ) cathodes from spent lithium-ion batteries. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 6(5), 5959-5968. <http://dx.doi.org/10.1021/acscchemeng.7b04373>
- [23] Chen, X., Chen, Y., Zhou, T., Liu, D., Hu, H., & Fan, S. (2015). Hydrometallurgical recovery of metal values from sulfuric acid leaching liquor of spent lithium-ion batteries. *Waste management*, 38, 349-356. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2014.12.023>
- [24] Granata, G., Moscardini, E., Pagnanelli, F., Trabucco, F., & Toro, L. (2012). Product recovery from Li-ion battery wastes coming from an industrial pre-treatment plant: Lab scale tests and process simulations. *Journal of Power Sources*, 206, 393-401. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2012.01.115>
- [25] Shuya, L., Yang, C., Xuefeng, C., Wei, S., Yaqing, W., & Yue, Y. (2020). Separation of lithium and transition metals from leachate of spent lithium-ion batteries by solvent extraction method with Versatic 10. *Separation and Purification Technology*, 250, 117258. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2020.117258>
- [26] Xiao, J., Li, J., & Xu, Z. (2017). Recycling metals from lithium-ion battery by mechanical separation and vacuum metallurgy. *Journal of hazardous materials*, 338, 124-131. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2017.05.024>
- [27] Gao, W., Zhang, X., Zheng, X., Lin, X., Cao, H., Zhang, Y., & Sun, Z. H. I. (2017). Lithium carbonate recovery from cathode scrap of spent lithium-ion battery: a closed-loop process. *Environmental science & technology*, 51(3), 1662-1669. <http://dx.doi.org/10.1021/acs.est.6b03320>
- [28] Gao, W., Song, J., Cao, H., Lin, X., Zhang, X., Zheng, X., Zhang, Y. & Sun, Z. (2018). Selective recovery of valuable metals from spent lithium-ion batteries—process development and kinetics evaluation. *Journal of cleaner production*, 178, 833-845. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.040>
- [29] Meshram, P., Pandey, B.D., & Mankhand, T.R. (2015). Hydrometallurgical processing of spent lithium-ion batteries (LIBs) in the presence of a reducing agent with emphasis on kinetics of leaching. *Chemical Engineering Journal*, 281, 418-427. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cej.2015.06.071>
- [30] Nayl, A.A., Hamed, M.M., & Rizk, S.E. (2015). Selective extraction and separation of metal values from leach liquor of mixed spent Li-ion batteries. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 55, 119-125. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtice.2015.04.006>
- [31] Zhu, S.G., He, W.Z., Li, G.M., Xu, Z., ZHANG, X.J., & Huang, J.W. (2012). Recovery of Co and Li from spent lithium-ion batteries by combination method of acid leaching and chemical precipitation. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 22(9), 2274-2281. [https://doi.org/10.1016/S1003-6326\(11\)61460-X](https://doi.org/10.1016/S1003-6326(11)61460-X)
- [32] Bae, H., Hwang, S.M., Seo, I., & Kim, Y. (2016). Electrochemical lithium recycling system towards renewable and sustainable energy technologies. *Journal of the Electrochemical Society*, 163(7), E199. <http://dx.doi.org/10.1149/2.0691607jes>
- [33] Chen, W.S., & Ho, H.J. (2018). Recovery of valuable metals from lithium-ion batteries NMC cathode waste materials by hydrometallurgical methods. *Metals*, 8(5), 321. <http://dx.doi.org/10.3390/met8050321>
- [34] Thermo Fisher (2022, December 12). Lithium hydroxide monohydrate, battery grade. Specification sheet. [Cited 12.12.2022]. Available at: <https://www.thermofisher.com/order/catalog/product/H36379.0B>
- [35] Livent. Lithium hydroxide monohydrate, battery grade. QS-PDS-1021 data-sheet. [Cited 12.12.2022]. Available at: <https://livent.com/wp-content/uploads/2018/09/QS-PDS-1021-r3.pdf>
- [36] Halmek Lithium. Lithium hydroxide monohydrate battery grade. [Cited 13.12.2022]. Available at: <https://halmeklithium.com/media/1242/battery-grade-en.pdf>
- [37] Nanografi. Lithium Hydroxide, Monohydrate (Battery Grade, LiOH.H2O), Purity: ≥ 99.0%. [Cited 13.12.2022]. Available at: <https://nanografi.com/battery-equipment/lithium-hydroxide-monohydrate-battery-grade-li-oh-h2o-purity-99-0/>
- [38] Ganfeng Lithium. Lithium hydroxide. [Cited 24.3.2023]. [http://www.ganfenglithium.com/pro2\\_detail\\_en/id/5.html](http://www.ganfenglithium.com/pro2_detail_en/id/5.html)
- [39] Targay (2011, May 19). Lithium Hydroxide. Product data sheet. [Cited 13.12.2022]. Available at: <https://www.targray.com/content-data/mediafiles/images/documents/pds-lithium-hydroxide.pdf>
- [40] Liu, F., Peng, C., Ma, Q., Wang, J., Zhou, S., Chen, Z., Wilson, B. P. & Lundström, M. (2021). Selective lithium recovery and integrated preparation of high-purity lithium hydroxide products from spent lithium-ion batteries. *Separation and Purification Technology*, 259, 118181. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2020.118181>
- [41] Park, J.S., Seo, S., Han, K., Lee, S., & Kim, M.J. (2023). A process using a thermal reduction for producing the battery grade lithium hydroxide from wasted black powder generated by cathode active materials manufacturing. *Journal of Hazardous Materials*, 448, 130952. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2023.130952>
- [42] GB/T 11064.1-2013. (2013). Methods for chemical analysis of lithium carbonate, lithium hydroxide monohydrate and lithium chloride. Part 1: Determination of lithium carbonate content -- Acid-alkali titrimetric method. China: The People's Republic of China's non-ferrous metals industry standard. 8 p.
- [43] GB/T 11064.2-2013. (2013). Methods for chemical analysis of lithium carbonate, lithium hydroxide monohydrate and lithium chloride. Part 2: Determination of lithium hydroxide content -- Acid-alkali titrimetric method. China: The People's Republic of China's non-ferrous metals industry standard. 8 p.
- [44] YS/T 582-2013. (2013). Battery grade lithium carbonate. China: The People's Republic of China's non-ferrous metals industry standard. 11 p.
- [45] GB/T 26008-2020. (2020). Battery grade lithium hydroxide monohydrate. China: The People's Republic of China's non-ferrous metals industry standard. 22 p.

TEKSTI: **JULIA ALAJOKI, RESEARCH ASSISTANT, HYDROMETALLURGY AND CORROSION**  
**SIPI SEISKO, POSTDOCTORAL RESEARCHER, HYDROMETALLURGY AND CORROSION**  
**MARI LUNDSTRÖM, PROFESSOR (ASSOCIATE), HYDROMETALLURGY AND CORROSION**  
**AALTO UNIVERSITY, SCHOOL OF CHEMICAL ENGINEERING,**  
**DEPARTMENT OF CHEMICAL AND METALLURGICAL ENGINEERING**



**Kuljetinhinnat ja tarvikkeet.  
Asennus- ja huoltopalvelut.**

**www.contitech.fi**

**ContiTech**

Teknologiaeollisuuden 100-vuotissäätiön **Metallinjalostajien rahaston** tarkoituksena on edistää metallien valmistuksen koko jalostusketjun kattavaa teknologian ja liiketoiminnan tieteellistä tutkimusta ja opiskelua yliopistoissa ja tutkimuslaitoksissa. **Vuoden 2023 apurahojen hakuaika on 1.9.–30.9.2023.**



Teknologiaeollisuuden  
100-vuotissäätiö

**Hakuilmoitus** julkaistaan rahaston kotisivuilla (<http://techfinland100.fi>). Lisätietoja antaa asiamies Juho Talonen, 040 595 1181, [juho.talonen\(at\)teknologiaeollisuus.fi](mailto:juho.talonen(at)teknologiaeollisuus.fi)

# Perinne jatkuu koronan jälkeen

## Metallinjalostuspäivät (Metal Processing Days) Imatralla 18.-19.04.2023

Teknologioteollisuus ry:n yhteydessä toimivan Metallinjalostajat ry -toimialayhdistyksen perinteiset joka toinen vuosi järjestettävät Metallinjalostuspäivät järjestettiin Ovako Oy:n isännöiminä Imatralla ja Lappeenrannassa. Perinteen mukaisesti päivät oli tarkoitus järjestää keväällä 2020, mutta korona ehti väliin ja päivien toteutumista saatiinkin odottaa kolme pitkää vuotta. Päivät kokosivat yhteen 64 henkilöä alan teollisuudesta ja yliopistoista.

### Avauspuheenvuorot

Imatran teatterissa pidetyn esitelmäosuuden aluksi esittäytyivät päivien pirteät juontajat **Villiina Ikäheimo** ja **Mauri Kostiainen**, molemmat Oy Lux Ab:stä. He toivottivat osallistujat tervetulleiksi ja esittelivät lyhyesti päivien ohjelman sekä toteutumiseen liittyviä käytännön seikkoja.

Imatran kaupunginjohtaja **Matias Hilden** käsitteli avauspuheenvuorossaan metalliteollisuuden merkitystä Imatran ja Lappeenrannan seudulle. Imatran historia sitoutuu vahvasti energiaan ja Vuokseen. Tätä kuvaavat kaupungin vaakunassa olevat kolme salamaa (kuva 1). 25 000 asukkaan Imatra on perustettu vuonna 1948 ja kaupungiksi se tuli vuonna 1971.

Kaupungin strategia pohjautuu vahvasti huippuosaamiseen. Alueelle sitä tuovat Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto ja metalliteollisuusalue Ovako. Työpaikoista 24 % on teollisuudessa, kun valtakunnallisesti keskiarvo on 12,5 %. Suurin teollinen työnantaja on Stora Enso noin 1050 työntekijällään ja Ovakon noin 500 työntekijää edustavat 6-7 % alueen työvoimasta.

Kaupungin kannalta olennaisia tulevaisuuden kysymyksiä ovat energiahuolto ja logistiikka, joka on haasteiden edessä itärajan tilanteen vuoksi. Suurten teollisuusyritysten kainalossa toimivat pk-yritykset ja yleinen kilpailukyky ovat muita tulevaisuuden avainkysymyksiä.

Imatra haluaa brändinsä tunnusmerkeiksi laatuasumisen ja puhtaan energian. Tätä silmällä pitäen kaupunki panostaa vanhojen asuntojen kunnostamiseen. Vuoksen tarjoaman puhtaan energian lisäksi alueelle

 **IMATRA**



Kuva 1. Imatran tunnusmerkkejä

on suunnitteilla myös 30 MW:n aurinkovoimalan rakentaminen.

### Digitaalisuus yliopisto-opetuksessa

Perinteisessä opiskelijoiden puheenvuorossa Oulun yliopiston teekkarit eli Prosessikillan **puheenjohtaja Pyry Lehtinen** ja tapahtumavastaava **Jussi Sivula** (kuva 2) tarkastelivat yhteisesityksessään digitaalisuuden vaikutuksia yliopiston opetukseen ja opiskelijaelämään. Digitalisaation mukanaan tuomat etäopetus ja -opiskelu sekä niiden omaehtoisuus lisäävät opiskelijan

omaa vastuuta opintojensa etenemisestä ja oppimisen tasosta. Hybridiopetus, esim. etänä pidettävät luennot ja lähiopetuksena toteutetut harjoitukset, tekee opiskelusta vaihtelevaa ja vaativaa. Sosiaalisten kontaktien ja yhteisöllisyyden säilyminen on edelleen tärkeää.

Opintojen arviointi muuttuu digitalisaation myötä vaativammaksi. Esseiden kirjoittaminen oppimisen arviointimenetelmänä on lisääntynyt. Opiskelijoita askarruttavat myös digitalisaation mahdolliset vaikutukset yliopiston rooliin opetuksen kehittämi-

MATIAS HILDEN



sessä. Opittujen asioiden syvällisen ymmärtämisen ja soveltamiskyvyn tulee kuitenkin säilyä opetuksen perimmäisinä tavoitteina.

Digitalisaatio saattaisi tarjota mahdollisuuksia ja valtteja opintojen markkinoinnin tehostamisessa lukiolaisille, jotka ovat nykyään jo luonnostaan diginatiiveja. Eri alojen sisällön ymmärtäminen on markkinoinnin keskeisimpiä tavoitteita. Puhujien kokemusten mukaan teinit ovat kiinnostuneita käytännön esimerkeistä ja opiskelijaelämän liittyvistä tiedoista.

Ongelmana yliopisto-opintojen lukioesittelyissä on usein se, että tekniikka esitellään yhtenä alana eikä eri tekniikan alojen sisällöstä ole tarjolla tietoa. Yliopiston valitsemina lukioesittelijät tulevat usein myös muilta kuin tekniikan aloilta. Esittelyistä maksettavat korvaukset ovat pieniä ja tekniikan alalla opiskelijoilla on usein paremmat ansaintamahdollisuudet esim. kesätöiden kautta.

Esityksen jälkeen käydyssä vilkkaassa keskustelussa otettiin esille mm. opiskelijoiden suhtautuminen tekoälyn käyttöön opiskelun apuvälineenä. Yhdeksi ongelmaksi koettiin se, että samaan kysymykseen voi saada erilaisia vastauksia riippuen käytetystä tekoälytyökalusta. Oikean tiedon löytäminen voi olla haasteellista. Hyväksi käytännöksi arvioitiin esim. sellainen, että opettaja etsii käsillä olevaan kysymykseen tekoälyn avulla vastauksen, jota opiskelijat sitten arvioivat ja tarvittaessa korjaavat.

Tenttijärjestelyissä digitalisaatio ei ole sanottavasti muuttanut matematiikan tenttejä; käytössä ovat edelleen salitentit kaavakoelmineen. Muissa aineissa myös etäentit ovat tulleet käyttöön jopa ilman valvontaa.

Pohdittaessa keinoja tekniikan alan houkuttelevuuden lisäämiseksi mm. teollisuuden toimenpiteiden avulla tuotiin esille, että alan yhteisöjen tulisi kyetä luomaan yhteisk-

siä suoraan lukioihin. Tietoa teollisuudesta tulisi jakaa myös teollisuuskeskittymien ulkopuolelle ja kertoa, että tekniikan alalla ja teollisuudessa on paljon muutakin kuin tuotantotaloutta. Yliopistojen ja teollisuuden lukiomarkkinointia tulisi suunnata muillekin kuin mediaseksikkäille aloille.

Lukiolaiset eivät vielä tiedä, mitä eri tekniikan ja teollisuuden alat pitävät oikeasti sisällään ja millainen käytännön työpäivä eri aloilla on. Perinteinen lehtimainonta ja tiedon jakaminen sitä kautta ei ole tämän päivän lukiolaisten juttu. Opinto-ohjaajat ovat avainasemassa oikean informaation jakamisessa, ja heihin tulisi vaikuttaa sanoman perille saamiseksi.

### Metallinjalostajat ja vähähiilinen tulevaisuus

Metallinjalostajat ry:n puheenvuoron käytti SSAB Europan Suomen liiketoimintayksikön johtaja **Janne Pirttijoki**. Hän esitteli ensin lyhyesti metallien jalostusliiketoiminnan Suomessa ja käsitteli sitten alan globaalin liiketoimintaympäristön näkymiä. Lopuksi hän tarkasteli terästuotannon tulevaisuuden muutosnäkymiä SSAB-konsernin näkökulmasta.

Metallinjalostusalan vuotuinen liikevaihto Suomessa on noin 20 mrd. euroa. Myynnistä 80 % menee vientiin ja se edustaa noin 12 prosenttia Suomen tavaraviennistä. Ala työllistää suoraan noin 17 000 ja välillisesti noin 30 000 ihmistä. Metallinjalostajat ry:n seitsemän jäsenyritystä: Aurubis Finland, Boliden, Metso Outotec, Nornickel, Outokumpu, Ovako ja SSAB panostavat vuosittain noin 300 M€ tutkimukseen ja tuotekehitykseen.

Globaalissa vertailussa suomalainen metallinjalostus on ekoteko. Hukkaa ei synny vaan tuotteiden ja materiaalien arvo säilyy ja jopa kasvaa kierrossa. Kierrätettävillä ma-

teriaaleilla korvataan luonnosta saatavia uusia raaka-aineita. Tavoiteltaessa nollapäästöjä EU:n alueella terästeollisuus ja tuulivoimateollisuus ovat avainasemassa.

Nostoina liiketoimintaympäristön muutoksista Pirttijoki totesi, että ilmastonmuutos ei ole hidastunut toivotulla tavalla, vaikka yhä useammat EU:n kauppakumppanit ovatkin ottaneet ensimmäisiä askelia ilmastonmuutoksen torjuntaa tukevassa teollisuuspolitiikassa. Useiden peräkkäisten kriisien ansiosta maailmankaupan pelisäännöt ovat menneet uusiksi ja globalisaatiosta on siirrytty lokalisatioon. Vapaata maailmankauppaa ei enää pidetä positiivisen kehityksen takaaajana.

Vähähiilisten tuotteiden kysyntä kasvaa ja omavaraisuus toimitusketjujen sekä raaka-aineiden suhteen halutaan varmistaa. Metallien kysyntä kasvaa ja entistä köyhempien lähteiden hyödyntäminen tulee mahdolliseksi. Toisaalta raaka-aine- ja energiakustannukset ovat nousseet merkittävästi ja Euroopan energiakustannukset ovat merkittävästi esim. USA:n tasoa korkeampia. EU:ssa toimivat teräksen ja metallien valmistajat ovat joutumassa ahtaalle vähähiili-investointien toteutuksen ja runsaspäästöisen tuonnin vuoksi.

EU:n teollisuuspolitiikkaa ollaan luomassa uudelleen, mutta näyttää siltä, että metallien jalostus on unohdettu kokonaan. Ainoa merkittävä edistysaskel on luvituksen sujuvoittaminen, mutta senkin etenemistä hidastanee asian kuuluminen kansalliseen toimivaltaan. Energian tuotannon uudistaminen on toistaiseksi ollut lähinnä tuottajien tukemista. Valtiontukisäännöstössä on lähes villit markkinat; rikkaat valtiot voivat tukea omia yrityksiään lähes ilman sääntöjä.

Janne Pirttijoki toivoi tulevalta hallitukselta teollisuuden toimintaedellytyksiä parantavia toimia. TKI-verovähennys, luvituksen sujuvoittaminen, sähköistämisen tukilain tukikaton nostaminen 250 miljoonaan sekä uusien teknologiademonstraatiolaitosten tukeminen ovat hänen toivomuslistallaan.

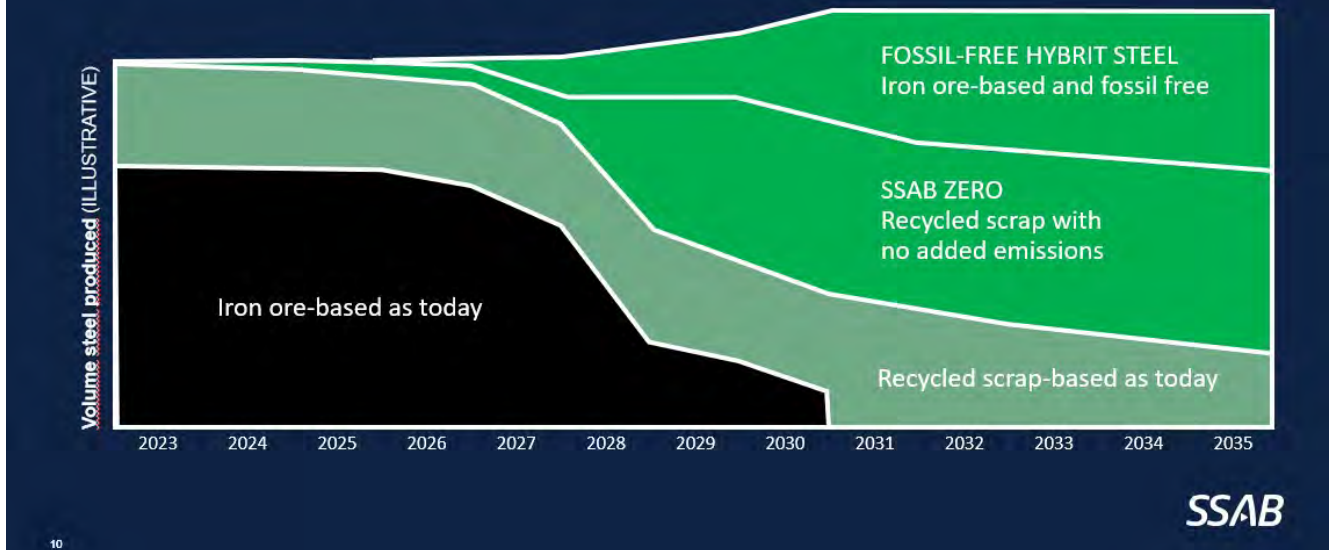
Tarkastellessaan terästuotannon tulevaisuuden näkymiä SSAB:n näkökulmasta Janne Pirttijoki totesi, että SSAB:n menestyksekkään strategian toteutus etenee. Konserni on erikoislujien terästen globaali markkinajohtaja, joka tuottaa 3,0 Mt/a karkaistuja ja Premium-teräksiä. Pohjoismaissa SSAB:n markkinaosuus Premium-teräksissä on 40 % ja konserni on Pohjois-Amerikassa teräslevyjen markkinajohtaja 30 %:n markkinaosuudellaan. Tibnor, Ruukki Construction ja SSAB Services ovat SSAB:n markkinointikanavia.

Terästehtaiden konvertoinnilla fossiilittomien terästen tuotantoon tavoitellaan



Kuva 2. Opiskelijoiden puheenvuoron käyttivät Oulun Yliopiston Prosessikillan puheenjohtaja Pyry Lehtinen (oikealla) ja tapahtumavastaava Jussi Sivula.

## Transform SSAB to a fully sustainable steel portfolio



Kuva 3. Eri tavoin valmistettujen terästen suunnitellut osuudet SSAB:n terästuotannosta vuosina 2023-2035

matalampaa kustannustasoa, suurempaa joustavuutta sekä suurempaa kapasiteettia erikoislujien ja Premium-terästen tuotantoon. Vuonna 2020 globaalisti tuotetuista 1 800 miljoonasta terästonnista vajaa kolmannes oli valmistettu kierrätysteräksestä. Vuonna 2050 terästuotannon ennakoitua olevan 2 800 Mt/a, ja noin puolet siitä arvioidaan tuotettavaksi kierrätysmateriaalista. Malmipohjaista terästuotantoa tarvitaan siis jatkossakin.

HYBRIT-teknologiassa SSAB:llä on oma ratkaisunsa fossiilittomaan terästuotantoon. Suunnitteilla on demonstraatiolaitos, joka tuottaa 1,3 Mt/a vetypelkistettyä fossiilittonta rautasientä fossiilittoman teräksen raaka-aineksi. Teknologian skaalaaminen kaupalliseen fossiilittomaan rautasienen tuotantoon odottaa vielä toteutumistaan.

Suunnitelma eri tavoin tuotettujen terästen osuuksista SSAB:n kokonaistuotannosta vuosina 2023-2035 on esitetty kuvassa 3. Nykyteknologialla tuotetun malmipohjaisen teräksen tuotannon suunnitellaan päättyvän vuoden 2030 aikana. SSAB ZERO -teknologiassa nykytuotannossa käytettävät fossiilinen hiili ja masuunikaasu korvataan biokaasulla ja -hiilellä.

ZERO-teräs on jo nyt tuotannossa USA:n Iowan yksikössä, ja Oxelösundin masuunit ja koksamo on tarkoitus korvata fossiilittomilla vaihtoehdoilla vuoteen 2026 mennessä. Tuotetun teräksen jatkojalostuksessa nyky-

set Raahan ja Luulajan laitokset on tarkoitus konvertoida fossiilittomiksi minimill-tyypiksi yksiköiksi vuoteen 2030 mennessä. Toetusjärjestystä ei ole vielä päätetty.

Suunnitelmien toteutumiseksi SSAB tarvitsee konsernin ulkopuolelta joukon ympäristölupia, uusia järeitä voimalinjoja fossiilittomien yksiköiden kytkemiseksi sähkön kantaverkkoon sekä kasvavaa sähköntuotantokapasiteettia. Ilman HYBRIT-teknologiaa sähköntuotannon lisätarve on noin 4,5 TWh/a ja HYBRIT-teknologian kanssa noin 10 TWh/a. Lisäksi tarvitaan tasavertaiset kilpailuolosuhteet EU:n ja USA:n terästuotantojen välille. Nyt USA:n Inflation Reduction Act on tuomassa sikäläisille yrityksille miljardien dollareiden kilpailuedun vihreän siirtymän toteuttamiseen tarkoitettujen valtion tukien muodossa.

Myös tämä esitys herätti intensiivistä keskustelua, jossa käsiteltiin mm. SSAB:n tarvitsemien vähähiilisten raaka-aineiden kuten Kokkolan sinkin toimitusaikatauluja, SSAB:n kanssa kilpailevien fossiilittomien teräshankkeiden (mm. Green Steel ja BLASTR) tilannetta sekä hankkeeseen liittyviä riskejä. Riskejä liittyy sekä raaka-ainetuotantoon, valtavien investointien talousvaikutuksiin sekä tarvittavan osaamisen kehittämiseen sekä koulutukseen. Myös hankkeita toteuttavissa maissa harjoitettavalla valtion tukipolitiikalla on ratkaiseva merkitys hankkeiden menestymiselle.

### Valtiovarain tervehdys

Tervehdyksen toi työ- ja elinkeinoministeriön alivaltiosihteeri **Petri Peltonen** aiheenaan Teollisuuspolitiikka ja metallinjalostus. Hän totesi, että viime aikoina teollisuuspolitiikkaa ei ole juuri näkynyt. Aikanaan sillä oli suuri merkitys mm. Rautaruukin ja Ovakon synnylle. Nykyään ilmastopolitiikka ohjaa teollisuuspolitiikkaa esim. hiilirajatullien välityksellä. Suomen tavoitteena on olla hiilineutraali hyvinvointivaltio vuoteen 2035 mennessä ja EU tavoittelee hiilineutraaliutta vuoteen 2050 mennessä. Molemmat ovat tavoitteissaan ensimmäisiä maailmassa.

Myös geopolitiikka ohjaa teollisuuspolitiikkaa. EU:n ja USA:n tavoitteet ovat pitkälti samoja, mutta lähestymiskulmat erilaisia. Todellinen tilanne vastaa likimain kauppasotaa ja taluspakotteet vaativat resilienssiä. Suomen Venäjän vienti on pudonnut likipitään nolnaan, mutta tuontia on edelleen esim. ammoniakkin ja nikkelikiven muodossa. Ne eivät ensinnäkään ole pakotteiden piirissä ja lisäksi ne ovat meille välttämättömiä.

Muutokset ovat olleet rajuja etenkin energia-alalla. Nettotuonti on pienentynyt venäläisen sähkön tuonnin loputtua. Vähentymistä on tapahtunut myös kaasulla, vesivoimalla ja puulla/turpeella ja jätteellä tuotetun sähkön määrässä. Kasvussa ovat olleet kivihiili (vähäisessä määrin), ydinvoima ja etenkin tuulivoima. Myös aurinkosähkön tuotanto on lisääntymässä; tällä hetkellä suurimmat



den energiajärjestelmän keskeisenä tekijänä. LUT-yliopiston strategiassa lähtökohdiana on systeemi Maa: ilma, vesi ja energia ja tavoitteena on saada näistä syntymään liiketoimintaa. Ilmastonmuutoksesta on LUT-yliopistossa tehty tutkimusta vuodesta 2013 lähtien, ja yliopisto on tämän alan rankingissa maailman yhdeksännellä sijalla.

Vetytalous on lähellä sähköistymistä. Avainasemassa on halpa sähkö, jota tulee olla saatavilla runsaasti. Sähköntuotannon päälähteinä tulevat olemaan aurinko- ja tuulienergia. Edullisinta sähkön käyttö on liikenteessä sekä rakennuksissa lämpöpumppujen kautta. Pitkäaikainen sähkön varastointi ei kannata. Sähkön käyttö vedyn valmistukseen tulee myös olemaan merkittävässä asemassa.

Vedyn polttoon ei kannata investoida; se on kymmenen kertaa sähköä kalliimpaa. Vedyn pääasiallisia käyttäjiä tulevat olemaan terästeollisuus sekä erilaiset synteesisprosessit. Vedyn avulla voidaan esim. selluloosa- ja paperiteollisuudesta, sementin valmistuksesta sekä öljynjalostuksesta tulevasta hiilidioksidista syntetisoida metanolia ja erilaisia polttoaineita.

Ottamalla ilmasta tyyppä voidaan syntetisoida mm. ammoniakkaa kemian teollisuuden raaka-aineeksi sekä erilaisia proteiineja. Toisin sanottuna vety tulee olemaan mukana

erilaisissa tuotteissa sen sijaan, että sitä käytettäisiin pelkkänä vetynä.

Mitkä ovat Suomen mahdollisuudet? Meillä on suurena ja harvaan asuttuna maana mahdollisuus rakentaa runsaasti aurinko- ja tuulienergiaa vihreän sähkön tuotantoon ja sitä kautta saada halpaa energiaa. Energia-tuotannon tulee olla lähellä käyttökohteita. Käytettävissä on myös runsaasti biopohjaisista hiilidioksidia sellu- ja paperiteollisuuden ansiosta, kun rakennetaan tarvittavat carbon capture and storage -systeemit. Meillä on lisäksi hyvin koulutettuja ihmisiä, hyvä infrastruktuuri ja nopeat luovutusprosessit. Suomessa on pitkäaikainen kokemus ja laaja osaaminen metallurgisesta ja prosessiteollisuudesta.

Maa- ja merituulienergiaa tullaan rakentamaan 80 TWh verran vuoteen 2030 mennessä. Potentiaali Suomessa on 800 TWh:n luokkaa nyt suunnitella olevien hankkeiden kautta arvioituna (kuva 5). Todellinen potentiaali on luokkaa 1 000 TWh eli noin 10 % EU:n nyt tarvitsemasta sähköstä. Pohjoismaiden yhteinen potentiaali on 3 500 – 4 500 TWh, joka on noin 35 % EU:n tarpeesta.

Mahdollisuuksien hyödyntämiseksi meidän on fokusoiduttava. Energiatuotannon systeemien tasapainottaminen Suomen, Ruotsin ja Norjan välillä on tarpeen. On laadittava suunnitteluohjeet infrastruktuurin ja Power to X -tuotannon käynnistämiseksi. Meidän tulee päästä mukaan EU:n strategiavalmisteluun erityisesti energian tuotantoalueilla.

Investointitarpeeksi Pohjoismaiden osalta voidaan karkeasti arvioida 1 000 miljardia euroa. Rahoitus tulee järjestää yksityiseltä sektorilta, ei verovaroista. Ei myöskään pidä rakentaa korttitaloa tukiaisten päälle. Tarvitavien osaajien kouluttamiseen ja hankintaan on myös panostettava.

### Metallinjalostajien tunnustuspalkinnot

Varsinaisten esitelmien päätteeksi jaettiin Metallinjalostajat ry:n tunnustuspalkinnot. Perinteisesti joka toinen vuosi ansioituneille työntekijöille jaettavan, kuparireliefindistä ja

10 000 eurosta koostuvan palkinnon saajia oli tällä kertaa neljä. Ilmeisesti tämä johtui pitkähköstä tauosta Metallinjalostuspäivien järjestämisessä.

Palkinnon saivat **Jari Helin**, Boliden, **Rauno Luoma**, Nornickel ja **Juha Tuomisto**, SSAB. Boliden Harjavallan sulaton keskusvalvomo-operaattori Jari Helin palkittiin lähes neljäkymmentä vuotta kestäneestä ja yhä jatkuvasta työstään sulaton toiminnan kehittämiseksi ja ratkaisujen löytämiseksi yhä haastavampien raaka-aineiden tuomiin prosessihaasteisiin.

TkT Rauno Luoma palkittiin merkittävästä roolistaan Norilsk Nickel Harjavalta Oy:n nikkelijalostamon kehittämisessä nykyiseksi maailman mittaluokassa merkittäväksi monipuolisia ja laadukkaita tuotteita valmistavaksi hydrometallurgian tehtaaksi sekä työstään akkukemikaalien tuotantoon liittyvissä hankkeissa.

Juha Tuomisto palkittiin yli kaksikymmentä vuotta kestäneestä työstä SSAB Europe Oy:n kylmävalssattujen, metallipinnoitettujen ja maalipinnoitettujen tuotteiden teknisessä tuessa ja nykyisin siitä vastaavana henkilönä Suomen ja Baltian alueella, uusien käyttökohteiden väsymättömästä etsimisestä SSAB:n teräksille sekä aktiivisesta työstä ohutlevytuotteiden käytön edistäjänä ja kouluttajana. Hän toimii mm. Teknologiateollisuus ry:n Ohutlevytuotteet-toimialaryhmän puheenjohtajana.

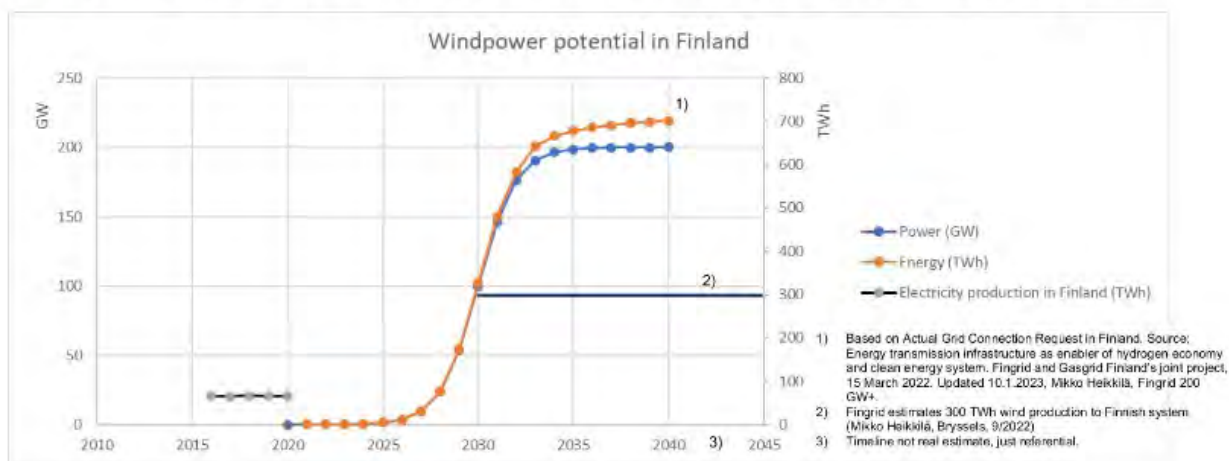
Perinnettä uudistaen aikaisemmin yksittäisille henkilöille myönnetty palkinto myönnettiin ensi kerran työryhmälle **Petri Mure**, **Janne Koskenniska**, **Tarja Elf**, **Heikki Nikkanen**, **Jari Savolainen**, **Camilla Kaplin**, **Anne Kärki**, **Pentti Kupari**, **Pekka Heinonen**, **Niina Kostander** ja **Max Menzel** Outokumpu Stainless Oy:stä. Työryhmä palkittiin Outokumpu Stainless Oy:n tuotannon pääs-

**OTTAMALLA ILMASTA TYPPEÄ VOIDAAN SYNTETISOIDA MM. AMMONIAKKIA KEMIAN TEOLLISUUDEN RAAKA-AINEEKSI SEKÄ ERILAISIA PROTEIINEJA. TOISIN SANOTTUNA VETY TULEE OLEMAAN MUKANA ERILAISISSA TUOTTEISSA SEN SIJAAN, ETTÄ SITÄ KÄYTETTÄISIIN PELKKÄNÄ VETYNÄ.**

Kuva 4. LUT-yliopiston tutkimusjohtaja Petteri Laaksonen tarkasteli vetytaloutta ja esitti vision Suomen asemasta EU:n tulevaisuuden energiamaarkkinoilla.



## POTENTIAL OF GREEN ELECTRICITY PRODUCTION



Kuva 5. Tuulisähkön tuotannon potentiaalin kehitys Suomessa vuosina 2020-2040

töjen minimoinnista kaikki kivet kääntäen. Ensimmäinen minimipäästöjen mukainen Circle Green -sulatus tehtiin Lucian päivänä vuonna 2021 ja nyt tuotetta myydään jo kymmeniä tonneja vuodessa.

### Paneelikeskustelu päätti esitelmäpäivän

Paneelikeskustelun teemana oli metallurgian ja materiaalitekniikan alan yliopistokoulutuksen kehittäminen. Keskustelijoina olivat professorit **Timo Fabritius** ja **Jukka Kömi** Oulun yliopistosta, **Esa Peuraniemi** Boliden Harjavallasta ja jo aamupäivällä esiintynyt Pyry Lehtinen. Keskustelua moderoivat Vilja Ikäheimo ja Mauri Kostiainen.

Ensimmäisenä paneuduttiin kysymykseen: onko meillä riittävästi opiskelijoita alan tarpeisiin? Lopputulos oli, että lyhyellä tähtäyksellä tullaan vielä toimeen, mutta pitkällä tähtäyksellä nykyinen kapasiteetti ei riitä. Pienenevät ikäluokat pahentavat tilannetta jatkossa vielä lisää. Sama ongelma vaivaa koko tekniikan alaa.

Sitten keskusteltiin alan näkyvyydestä ja houkuttelevuudesta. Esimerkiksi Opinpolku-sivustolta ei metallinjalostuksen alalle löydy yhtään tutkintoa. Onko meillä

koulutuspaikkoja riittävästi? Paikkoja tuntuisi olevan riittävästi, mutta ne pitäisi saada myös täyteen. Kansallinen työnjako on koulutusalaan muodostunut aikojen saatossa kohtuullisen hyväksi. Koulutuksen laadun todettiin olevan kohtuullisen hyvällä tasolla, joskin inflaatiotakin on ollut havaittavissa. Ulkomaisten opiskelijoiden suhteen todettiin, että hakijoiden taso vaihtelee voimakkaasti. Myös luennoitsijoina alkaa olla yhä enemmän ulkomaalaisia, mikä voi helpot-

**OPISKELIJAKILLAT VOISIVAT OLLA ENEMMÄN MUKANA ALAN TUNNETUKSI TEKEMISESSÄ NUORISON KESKUUDESSA. METALLINJALOSTAJAT RY VOISI JÄRJESTÄÄ LUKIOIDEN OPINTO-OHJAAJILLE KOULUTUSTA. MYÖS MAINONTA ON TÄRKEÄÄ; VARSINKIN SOMEN TARJOAMAT MAHDOLLISUUDET PITÄISI PYSTYÄ KÄYTTÄMÄÄN PAREMMIN HYVÄKSI.**

taa ulkomaalaisten opiskelijoiden opintoihin integroitumista.

Miten tilannetta voitaisiin parantaa? Opiskelijakillat voisivat olla enemmän mukana alan tunnetuksi tekemisessä nuorison keskuudessa. Metallinjalostajat ry voisi järjestää lukioiden opinto-ohjaajille koulutusta. Myös mainonta on tärkeää; varsinkin somen tarjoamat mahdollisuudet pitäisi pystyä käyttämään paremmin hyväksi. Esimerkkinä voisi olla vaikka someaktiivisuudellaan eduskuntaan noussut Terapeutti-Ville. Teollisuuden tulisi pystyä kanavoimaan myös omien työntekijöidensä perheisiin vaikutelma hyvästä työnantajasta.

Ulkomaisten opiskelijoiden osalta keskusteltiin vielä siitä, onko heidän saamisensa jäämään Suomeen ongelma. Maahan integroitumisen taustaongelmana on ainakin yhteydenpito maassa oleviin ulkomaisiin opiskelijoihin yhteystietoja koskevien tietosuojasäännösten vuoksi. Myös viisumeihin, työluupiin jne. liittyvä byrokratia hidastaa integroitumisen etenemistä. Kesäharjoittelu- paikkojen ja opinnäytetöiden tarjoaminen olisi hyvä keino integroitumisen vauhdittamiseksi, mutta niiden järjestämisessä on edelleen ongelmia.



Juhlailallinen nautittiin Imatran Valtionhotellissa.

Pohdittaessa suomen kielen asemaa opetuksessa todettiin, että oikeusministeriön tulkinnan mukaan opiskelijalla tulee olla mahdollisuus suorittaa tutkintonsa suomen kielellä. Integroituminen suomalaiseen yhteiskuntaan edellyttää myös ulkomaisilta henkilöiltä jonkinlaista suomen kielen hallintaa.

Arvioitaessa osaajatarpeen kehittymistä tulevaisuudessa todettiin, että alalla tulossa olevat suuret muutokset vaativat osaamista, jota ei saada ulos nykyisestä koulutusysteemistä. Linkittyminen eri yliopistojen kesken sekä Suomessa että Pohjoismaissa voisi olla eräs ratkaisu, mutta riskinä voi olla yliopistojen ajautuminen keskinäiseen kilpailuun yhteistyön asemesta. Suunnitella oleva tohtorikoulutuksen volyymin kasvattaminen tuonee osaltaan helpotusta osaajapulaan, mutta kasvattaa samalla koulutuksen aikajännettä.

Eräs epäkohta on, että nykyisellään koulutus ei ole yliopistoille kannattavaa toimintaa, vaan sitä joudutaan subventoimaan yliopiston hankkimalla muulla rahoituksella.

### Koskinäytös ja illallinen

Ennen päivän päättymistä saatiin seurata Imatrankosken kuohuja koskinäytöksen merkeissä. Päivä päättyi Valtionhotellissa nautittuun maittavaan juhlaillalliseen (kuva 6). Illallisen yhteydessä kuultiin perinteiseen tapaan kantaesityksenä **Tuomo Tiaisen** jo vuoden 2020 Metallinjalostuspäiviä varten sanoittamat ja nyt esittämät kappaleet **Ovako-san** (sävel tango Humiko) ja **Ovakon terästanko** (sävel Mustan kissan tango). Kolmantena oli Metallinjalostajat ry:n 40-vuotisjuhlan kunniaksi niin ikään jo vuonna 2020 sanoitettu kappale **Metallinjalostajat 40 vuotta** (sävel Lentäjän valssi).

### Toisena päivänä ekskursioille

Toisen päivän ohjelmaa varten jakaannuttiin kahteen ryhmään. Ensimmäinen ryhmä suuntasi ensin Ovakon Imatran terästehtaalalle ja sieltä Lappeenrantaan LUT-yliopistolle. Toinen ryhmä lähti suoraan Lappeenrantaan tutustumaan mm. suodattimia valmistavaan Metso Outotecin Lappeenrannan tehtaaseen ja jatkoi sieltä LUT-yliopistolle. Ryhmät yhdistyivät yliopistolla ja siirtyivät

lounastamaan yliopistokampuksella sijaitsevan Lappeenrannan ammattikorkeakoulun ravintolaan. Lounaan yhteydessä tutkimusjohtaja Petteri Laaksonen esitteli lähemmin yliopiston toimintaa ja tavoitteita. Kotimatalle lähdettiin tyytyväisin mielin ja odottaen jo seuraavaa Metal Processing Days -tapahtumaa kahden vuoden kuluttua. ▲

TEKSTI JA VALOKUVAT: TUOMO TIAINEN





# Metallurgijaoston kevätseminaari 2023

**V**uorimiesyhdistyksen 80-vuotisjuhlavuoden ja jäsenistöltä saadun hyvän palautteen innoittamana Metallurgijaoston tavoitteena on ollut laajentaa toimintaa usealla rintamalla uudelleenkäynnistyneistä teekkari-infoista uusiin jäsentapahtumiin ja POHTO-koulutuksiin saakka. Näin ollen Metallurgijaosto päätti järjestää ensimmäistä kertaa kevätseminaarin, ja mikä olisikaan parempi aihe uudelle tapahtumalle kuin “Uudet teknologiat ja tulevaisuuden tekijät”. Tapahtuma järjestettiin 11. toukokuuta 2023 Aalto-yliopiston tiloissa jaoston toiminnassa jo vakiintuneella hybriditoteu-

tuksella. Osallistujia oli paikan päällä noin 30 ja etäyhteydellä Teamsissa 10.

Saeed Rhimpourin (Aalto-yliopisto) alustusesityksessä kuultiin kriittisten materiaalien tärkeydestä kestävässä energian tuotannossa, jonka jälkeen tilaisuudessa nähtiin todella mielenkiintoisia esityksiä meneillään olevista tutkimus- ja kehitysprojekteista, uusiin teknologioihin nojaavien yritysten esittelyjä sekä Jonna Pirosen (Aalto-yliopisto) esitys siitä, mitä tulevaisuuden metallurgian osaajat opiskelevat yliopistoissa. Jarmo Liljan (SSAB Europe Oy) ja Ville-Valtteri Visurin (Oulun yliopisto) esityksistä kävi ilmi, miten päästötavoitteet heijastuvat voimakkaina kansal-

lisina tutkimuspanostuksina hiilipohjaisten pelkistimien ja fossiilisten polttoaineiden korvaamiseen vedyllä niin hiiliteräksen, ruostumattoman teräksen kuin ei-rautametallienkin valmistuksessa. Juha Roinisen (Carbon Balance Finland Oy) esitys täydensi tätä teemaa kertomalla yrityksen teknologisista ratkaisuista biohiilen tuotantoon. Petteeri Halli (Elmery Oy) toi esityksessään esiin täysin uudenlaisia ratkasuja hydrometallurgian haasteisiin erikoistuneella selektiivisellä elektrolyysiprosessilla. Tilaisuuden päätti Heini Elomaa (Metso Outotec Finland Oy) esitys, joka jatkoi jo Vuorimiespäivillä kuuluttua HSC- ja LCA-laskennan teemaa >

Tilaisuuden esiintyjä poseeraamassa uusien mukiensa kanssa

vielä hieman syvemmälle. Yleisö osallistui seminaariin aktiivisesti kysymällä esittäjiltä kiperiäkin kysymyksiä.

Metallurgijaosto muisti kaikkia esiintyjä keväisillä Muumimukeilla, joista esiintyjät voivat nauttia aamukahvit tulevana kesänä. Virallisen ohjelman päätyttyä tilaisuus jatkui vapaan seurustelun ja pienten tarjoilujen muodossa. Keskustelu jatkui tapahtuman teeman ympärillä vilkkaana siihen asti, että vahtimestari pyysi viimeisiäkin poistumaan.

Ensimmäinen Metallurgijaoston kevätseminaari oli tapahtumasta saadun alustavan palautteen perusteella onnistunut ja esitykset herättivät valtavasti kiinnostusta ja keskustelua myös tilaisuuden jälkeen. Hyvä palaute toimii kannusteena tehdä kevätseminaarista pysyvä osa Metallurgijaoston vuosikelloa. ▲

TEKSTI: **VILLIINA IKÄHEIMO, OY LUX AB; MIIKKA MARJAKOSKI, METSO OUTOTEC FINLAND OY; IINA VAAJAMO, METSO OUTOTEC FINLAND OY; VILLE-VALTERI VISURI, OULUN YLIOPISTO**



Heini Elomaa kertoi LCA laskennan metodologiasta ja vaikutuskategoriasta.



Aallon esityksessä korostettiin ilmastonmuutoksen vaikutuksia.

LOUHINNAN ASIAANTUNTIJAPALVELUT JA KOULUTUS

# BLASTERSHOUSE OY

[www.blastershouse.fi](http://www.blastershouse.fi)

Laboratory services for exploration and mining

**europins** | **Labtium**

[WWW.EUROFINS.FI](http://WWW.EUROFINS.FI) | [MYYNTEI@EUROFINS.FI](mailto:MYYNTEI@EUROFINS.FI)

AngloAmerican

Sakatti – tulevaisuuden kaivos

[@AngloAmericanFI](https://twitter.com/AngloAmericanFI) [@AngloAmericanFI](https://facebook.com/AngloAmericanFI) [@Finland - Anglo American](https://linkedin.com/company/AngloAmericanFI)



# Pohjolan pitojen rikastama Kotimaan pitkä

**P**erinteikäs Vuorimieskillan Kotimaan pitkän ekskursio (International Student Week Helsinki) suuntasi tänä vuonna Suomen Pohjolaan kohteenaan Pohjois-Suomen terästehtaat sekä sen kaivoskompleksit. Lähes viikon pituiselle opintomatkalta saatiin vuorimiesedustuksen lisäksi opiskelijavieraita myös ympäri Eurooppaa Norjasta, Hollannista, Belgiasta sekä Englannista. Matkaan lähdettiin hyvin varhain rapeissa tunnelmissa helmikuuisena aamuna Otaniemen sydäimestä. Kun kaikki matkatavarat ja viikon nesteytysvarastot oli ensin saatu rahdatuksi bussiin, aloitimme matkan kohti ensimmäistä ekskursiokohdettamme,

Raahen terästehdasta. Bussi oli läpi matkan hiljainen, olihan edeltävänä iltana päästy nauttimaan perinteisten Toogabileiden antamista. Pääsimme iltpäivästä näkemään teräksen jalostamisen massiivisia prosesseja, ja seuraavaksi olikin jo aika suunnata kohti reissun ensimmäistä majoituspaikkaa, jossa luvassa olivat illan kohokohtana pidettävät Pohjolan pidot sitseineen.



**KUN KAIKKI MATKATAVARAT JA VIIKON NESTEYTYSVARASTOT OLI ENSIN SAATU RAHDATUKSI BUSSIIN, ALOITIMME MATKAN KOHTI ENSIMMÄISTÄ EKSKURSIOKOHDETTAMME, RAAHEN TERÄSTEHDASTA.**

Ensimmäinen majoitus- sekä illanvietto-kohteemme oli kuuluisa Oulun Teekkaritalo. Saavuttuamme paikan päälle rahtasimme jälleen juomavarastoamme sisätilojen turviin, kun oululaiset katselivat iloisina vierestä. Kun tavarat olivat vihdoin paikoillaan, alkoi jo Oulun Prosessikillan kongi kumahdella. Etsimme mukavat paikat sitsipöytien äärestä ja tutustuimme vierustovereihimme. Paikat olivat merkityt kiltojen logoilla siten, että vierustoveri olisi eri killasta. Aluksi meille selitettiin sitsisäännöt, jotka hieman erosivat Otaniemen sitsikulttuurista ja erosivat paljonkin ulkomaalaisten vieraidemme pöytäjuhlaperinteistä. Mitä etelästä tullessa saatiin nopeasti huomata, oli se, että laulun sanoin tämä ilta tulee kulkemaan. Ulkomaalaiset vieraat olivat huomattavasti hämmennyneitä aluksi siitä, mitä tapahtuu, mutta illan edetes-

sä he pääsivät mukavasti mukaan rytmiin ja äänihuulten runsaan voitelon jälkeen myös laulukin alkoi luistaa.


Meille tarjottiin pääruoaksi pyttipannua, mikä myöhemmin ilmeni olevan reissun nimikkoruoka. Sitsien teemana oli Pohjolan pidot, joita saatiin kokea prosessikiltalaisten ystävällisesti huudahtaessa meille etelän vetelille, että ulkona olisi tosiaan nähtävissä revontulia. Ulkomaalaiset vieraamme ja muutamat vuorimiehetkin juoksivat ulos katselemaan taivaan kaunista väriiloistoa. Illan edetessä aluksi mahdollinen ujous, väsymys ja nälkä pääsivät katoamaan ja tunnelma nousi kattoon. Myös ulkomaalaiset vieraat esittelivät meille omia laulujaan.

Kuten kaikkien juhlien tulee jossain kohdalla käydä, myös Pohjolan pidot piti ajaa loppuaan kohti. Kaikki poistuivat paikalta hymy-

korvissaan. Vieraina saimme yöpyä Teekkaritalolla, jossa kukin sai ryömiä haluamalleen nukkuma-alustalle. Vain hetkeä myöhemmin väsyneet ja railakkaasti juhlineet etelän matkaajat tuhisivat iloisesti tahdissa kohti seuraavan päivän koitoksia.

Kotimaan pitkän reissun seuraavat päivät koostuivat pitkistä ajomatkoista sekä mielenkiintoisista yritysvierailuista Kevitsan ja Kitilän kaivoksilla sekä Tornion terästehtaalla. Paljon nähtiin ja koettiin! Kokonaisuudessaan viisi päivää kestänyt matka oli pituudeltaan yli 2600 kilometriä, ja viikko sai päätöksensä Otaniemessä järjestetyssä arvoisassa Great Miners Ball -kiitosjuhlatilaisuudessa. ▲

TEKSTI: ARTTU SAIKKONEN, TESSA FINNHOLM JA CLAUD ENCKELL  
KUVAAJA: ILMARI TILVIS




Maailman parasta kuparia, tehty Porissa.

Nordic Copper  
Nordic Brown

KIRJASTO  
BIBLIOTEK

**Aurubis Finland Oy**  
Aurubis.fi  
Nordiccopper.com



# StratiSampler

**Worlds smallest automatic sampler**  
**Sampling during production drilling**  
**Correct sample data**  
**Driller operated**  
**Less energy consumption**  
**Less tailings**  
**More to sell**

[www.stratisampler.fi](http://www.stratisampler.fi)



**STRATISAMPLER DRILL CORE**

# Pk-yritykset saavat digitalisaation kiihdyttämiseen tukea myös EU:sta

## DIMECC tarjoaa yrityksille apua viiden eri ohjelman kautta

DIMECC on tällä hetkellä mukana viidessä EU-ohjelmassa, joiden kautta pystytään tuomaan pienille ja keskusuurille yrityksille helposti saatavilla olevaa apua digitalisaatioon.

Tarjoamme EU-rahoituksen avulla erilaisia palveluja ja työkaluja. Pääkohderyhmänä ovat etenkin valmistavan teollisuuden pk-yritykset, jotka tarvitsevat tukea muun muassa toimintansa digitalisaatioon ja koulutustarpeisiin. Lisäksi pyrimme tukemaan yrityksiä myös vastuullisuusraportointiasioissa uuden CSR-direktiivin varalta.

### Tukea teolliseen digitalisaatioon: ADMA TranS4MErs

ADMA TranS4MErs -projekti tarjoaa valmistavan teollisuuden pk-yrityksille mahdollisuuden päästä digitaalisen muutoksen alkuun. DIMECCin työntekijöistä on koulutettu 14 muutosagenttia, joilta on mahdollista saada kahdeksan tuntia yksilöllistä ja maksutonta apua.

Yrityksen tukeminen alkaa kartoituksella, jossa käydään läpi sen digitaalisia valmiuksia seitsemällä eri osa-alueella. Tämän pohjalta tehdään muutossuunnitelma, jonka avulla yritys voi halutessaan saada vielä ilmaiseksi tukea digitaaliseen muutokseensa eri työkaluista tai palveluista.

### Digikoulutusta valmistavalle teollisuudelle: REBOOT SKILLS

Mitä pidemmälle digitalisaatio etenee, sitä keskeisempään rooliin tulevat työntekijöiden digitaaliset taidot. Tutkimuksissa on arvioitu, että vain 65 %:lla on perustasoa paremmat digitaaliset taidot.

REBOOT SKILLS -projekti tarjoaa valmistavan teollisuuden parissa työskenteleville tai alaa vaihtaville työntekijöille mahdollisuuden pysyä mukana kyberturvallisuuden, robotiikan, tekoälyn ja teollisen internetin kehityksessä. Lisäksi työskentelemme läheisesti ekosysteemiemme ja teollisuuden kanssa räätälöidäksemme kurssin ainetta lisäävästä valmistuksesta.

Projekti kokoaa kattauksen lyhyitä, edistyneisiin digitaalisiin taitoihin keskittyneitä koulutuksia yhdessä EU:n koulutuspalveluntarjoajien ja ammatillisten järjestöjen kanssa.

Interreg  Co-funded by the European Union

Central Baltic Programme

ESCALTECH



REBOOT SKILLS

Interreg  Co-funded by the European Union

Baltic Sea Region  RESILIENT PUBLIC SERVICES  
SusTool



### Helppoa yritysvastuuraportointia pk-yrityksille: SusTool

EU:n yritysvastuuraportointidirektiivi (CSRD) on määrä sisällyttää kaikkien EU-jäsenvaltioiden kansalliseen lainsäädäntöön vuoteen 2025 mennessä. Aluksi direktiivi koskee suuryrityksiä, joiden tulee julkaista ensimmäiset raportit vuonna 2025 vuoden 2024 tiedoilla. Kuitenkin myös pk-yritysten on syytä valmistautua raportointiin, sillä tiedonantovelvoite koskee koko arvoketjua. Direktiivi vaatii laajaa kestävyysraportointia. Se sisältää muun muassa toimintatavat, ympäristö-, sosiaaliset ja hallinnolliset (ESG) käytännöt sekä vaikutukset.

SusTool: Corporate Sustainability Reporting Tool -projekti helpottaa erityisesti pk-yritysten kestävyysraportointia ja lisää tietoisuutta lainsäädännöstä ja tiedonantovelvoitteista. Siinä kehitetään raportointiympäristö, joka auttaa kattavan kestävyysraportin laatimisessa ja olennaisuusanalyysin tekemisessä.

Raportointiympäristöstä pilotoivat aluksi ICT-yritykset, mutta sen valmistuttua digitaalinen ympäristö ja sen tarjoamat työkalut ovat kaikkien käytettävissä.

### Kasvutukea startupille: ESCALTECH

ESCALTECH-projekti tarjoaa tukea ja resursseja Baltian alueen teknologia-alan startupille, jotta ne voivat kasvaa ja laa-

jentaa toimintaansa. Ohjelmassa tarjotaan räätälöityä tukea ja erilaisia aktiviteetteja, kuten valmennusta, mentorointisessioita, koulutuksia, seminaareja ja työpajoja.

Projektiin voivat hakea suomalaiset, latvialaiset ja virolaiset teknologia-startupit, jotka ovat enintään 5–7 vuotta vanhoja. Kohderyhmänä ovat erityisesti älykkääseen valmistukseen, ICT:hen, e-hallintoon tai älykkääseen liikkuvuuteen keskittyvät yritykset.

Viidentenä DIMECCin EU-ohjelmama on knowEdge, jossa kehitetään tulevaisuuden tekoälymenetelmiä, järjestelmiä sekä tiedonhallintainfrastruktuuria.

DIMECCin kasvanut EU-toiminta ja henkilöstö tarkoittavat asiakkaillemme sitä, että meiltä saa apua myös EU-rahoituksen hankintaan. EU-ohjelmistamme voit kuulla lisää esimerkiksi Alihankintamessuilla Tampereella 26.–28.9.2023 tai Teknologiamessuilla Helsingissä 7.–9.11.2023. ▲

TEKSTI: KAISA KAUKOVIRTA, DIMECC

#### Lisätietoja:

ADMA TranS4Mers  
doris.pryjma@dimecc.com  
REBOOT SKILLS  
clementine.arpiainen@dimecc.com  
SusTool  
lisbet.frey@dimecc.com  
ESCALTECH  
medha.gupta@dimecc.com  
knowEdge  
risto.lehtinen@dimecc.com



PERTTI VOUTILAINEN

## Uusi maailmanjärjestys

Kansa hullaantui Käärijän hopeatilasta laulukilpailussa. Pysähdyin miettimään, mikä on vikana minun musiikkimaussani, kun en yhtään hullaantunut. Tiedän useita valmiiksi sanoitettuja ja sävellettyjä suomalaisia musiikkiteoksia, joita pidän Käärijän teosta paljon parempina. Otetaanpa esimerkeiksi Hiski Salomaan tuotannosta kaksi kappaletta: Lännen lokari ja Vapauden kaiho. Jälkimmäisestä löytyy nykyiseen maailmantilanteeseen hyvin istuva neuvokin: ”viha, vaino pois – parempi rauha ois”. Siinäpä olisi kaksi hyvää ehdokasta tuleviin kilpailuihin. Siltä varalta, että kaikki eivät tiedä kuka Hiski Salomaa oli, kerron että hän oli savolainen räätäli, joka sata vuotta sitten muutti Amerikkaan, ryhtyi humorististen laulujen laatijaksi ja oli aikansa tunnetuin amerikansuomalainen. Olen ”käynynä vaikka missä” hän vaatimattomasti kuvaili paikkoja, joissa oli käynyt esiintymässä.

Maailma elää kaaoksessa. Huominen tuntuu pelotavalta, kun koskaan ei tiedä, mitä kauheuksia maailman konnat tänäänkin keksivät ihmispoloisia kiusataksen. Kun tätä kirjoitan kesäkuun alkaessa, en vielä tiedä, mitä tuleva hallituksemme aikoo saada aikaan. Vanha tuttu kiista terveyspalvelujen järjestämisestä säilyy joka tapauksessa edelleen poliittisten päättäjien agendalla. Neljä vuotta sitten ennustin (Materia 2/2019), että silloinen Sote-ehdotus kaatuu talvella 2023. Ennuste meni pieleen. Suunnitelma on elossa, mutta toimiva ratkaisu puuttuu. Todeksi se voi muuttua vasta, kun rahat ja toteuttajat löydetään. Hyvinvointialueita on perustettu yli oman tarpeen, mutta eipä ole hyvinvointi parantunut. Eiköhän oteta homma uusiksi? Häpeälliseltä tehtyjen virheiden tunnustaminen tietysti tuntuisi, mutta ei päätä koko ajan kannattaisi seinään lyödä.

Raaka sota jatkuu, eikä sen loppua ole näkyvissä. Vaikka rauha lopulta jossain muodossa koittaa, ei maailma palaa entiselleen. Valtarakenteet muuttuvat perusteellisesti. Maailma näytti johdonmukaisesti kehittyvän kohti rakennetta, joka perustui neljän valtablokin johtavaan rooliin: USA, EU, Venäjä ja Kiina. Nyt Venäjä tämän sodan seurauksena on putoamassa tästä nelikosta hylkiövaltioiden joukkoon. Ilkeästi monet kuitenkin toteavat, ettei tämä ole Venäjälle mikään katastrofi. Heille

ei välttämättä ole tärkeintä olla ykkönen. Tärkeämpää on, että lähietäisyydeltä löytyy maita, joilla menee vielä heikommin ja joita voi aika ajoin nöyryyttää. Tulipa Naton jäsenyys meille tärkeään aikaan.

Tulevaisuuden valtajärjestys on Kiina, USA ja EU. Kiina on jo pitkään osoittanut kykynsä muita johdonmukaisemmin kehittää maataan ja talouttaan. Maan poliittinen järjestelmä sisältää riskejä, mutta ykkössijan Kiina pitkäjänteisellä ja viisaalla toiminnallaan ansaitsee. Tämän uskallan kirjoittaa, vaikka niin monet uskovat Kiinan kovinkin pian sortuvan kovan kommunistisen hallinnon alla.

Eurooppalaisin silmin katsottuna USA:n politiikka näyttää kaoottiselta, mutta niin vahva ja dynaaminen tuo valtakunta on, että mitalisijoilla se pysyy. Voisi kuitenkin olla perusteltua muuttaa vanha 1800-luvulta periytyvä amerikkalainen iskulause: ”Young man, go west” uuteen muotoon ”Young man, go east”. Onni voi nimittäin varmimmin löytyä idästä.

Venäjällä oli sodan avulla tarkoitus parantaa omaa asemaansa kansojen välisessä kisassa. Kreml sanoi puolustavansa ortodoksien ja slaavien pyhiä etuja. Tämä suunnitelma perustui puutteelliseen tietoon lännen halusta ja kyvystä puolustaa omia arvojaan ja reviiriään. Sota yhdisti Euroopan. Kehityksen piti heidän ennusteidensa mukaan mennä ihan toisin. Venäjä on kovin aktiivinen toimija myös Euroopan ulkopuolella. Tässäkö on Venäjän seuraava virhe? Sanotaan, että ”kun lähtee sutta karkuun, tulee karhu vastaan”. Kiina on jo paikalla kaikkialla ja on heikentyneelle Venäjälle liian kova vastus. Maailman valloittajalla tulee kotipesän olla kunnossa.

Uhkarohkeasti lähdin maailman menoa ennustamaan. Melkoisella varmuudella olen väärässä, mutta niin ovat muutkin ennustajat. Taisi olla Havukka-ahon ajattelija, joka viisaasti totesi, että vaikka tulevaisuuden kuinka tarkkaan ajattelisit, se saattaa ihan huvikseen toteutua eri lailla kuin luulet. ▲

\*\*\*\*\*

Veteraanien MM-kilpailuissa Puolassa suomalainen Lauri Helle voitti ylivoimaisesti kuuluntähtäyksen 95-vuotiaiden mestaruuden. Hän oli sarjan ainoa osanottaja.

**KIMMO JÄRVINEN**

TOIMITUSJOHTAJA

METALLINJALOSTAJAT RY

P. 043 825 7642

## Mitä ihmettä? Ranska ehdottaa säätelyn vähentämistä ja Saksa kiinteää teollisuuden sähkön hintaa 2030 asti?

Kirjoitin edellisessä blogissani siitä, kuinka USA:n Inflation Reduction Act (IRA) näyttää vihdoinkin herättäneen Brysselin päättäjät ymmärtämään, että on mahdollista harjoittaa ennakkoivaa ja hiilineutraalia teollisuuspolitiikkaa, joka keskittyy teollisuuden kilpailukyvyyn parantamiseen sen sijaan, että luotaisiin jatkuvasti uusia veloitteita ja tavoitteita, joita sitten täydennetään hajanaisella ja epävarmalla kriisitilalla. Taisiin olla kuitenkin väärässä siinä, kun esitin EU:n regulatiivisen suunnanmuunnoksen motiiviksi USA:n uutta valtiontukipolitiikkaa. Nyt näyttää ilmeiseltä, että motiivi on se vanha ja perinteinen ja vahvoista vahvin.

EU:n ylistetty talousmoottori Saksa nimittäin horjuu. Korkea inflaatio on saanut konservatiiviset saksalaiset hermostumaan omasta taloudestaan, ja kulutus on pudonnut pitkästä ajasta merkittävästi ja ajanut talouden taantumaan. Saksan talous supistui 0,3 prosenttia ensimmäisellä neljänneksellä, mikä merkitsi toista peräkkäistä pudotusta. Vaikka supistuminen on toistaiseksi lievää, viestit hallitsevan koalition kasvavista murheista lisääntyvät. Ja murheita riittää. Niitä ovat mm. Venäjän sota Ukrainaa vastaan, energiahuollon pettäminen, turvapaikanhakijoiden määrän kasvu ja kunnianhimoiset päästövähennyslupaukset, joita voi olla vaikea saavuttaa ilman ydinenergiaa ja Venäjän maakaasua.

Saksan talousministerin ja varakansleri Robert Habeckin julkaisema työpaperi teollisuuden sähkön hinnoista piirtää synkän kuvan Saksan energiantensiivisen teollisuuden tilanteesta. Ministerin mukaan sähkön korkeat hinnat (jotka Saksassa ovat tätä kirjoitettaessa noin 30-kertaiset Suomen markkinahintaan verrattuna eli 28 cent/kWh) uhkaavat jo Saksan hyvinvointia ja teollisuuden perustaa. Koska teollisuus kilpailee kansainvälisillä markkinoilla, sillä olisi oltava tasapuoliset kilpailuedellytykset. Hyvin alkanut prosessien sähköistäminen ja päästöjen vähentäminen uhkaavat nyt kaatua sähkön ylikorkeisiin hintoihin. Tästä syystä ministeri ehdottaa 2030 vuoteen asti jatkuvaa energiantensiivisen teollisuuden sähkön hintakattoa 6 cent/kWh. Mikäli hinta ylittää tämän tason, valtio maksaa kompensointia yrityksille hintaeron.

Eikä Habeck ole ainoa, joka ehdottaa ennen näkemättömiä toimia eurooppalaisen teollisuuden kilpailukyvyyn säilyttämiseksi. Toukokuun alussa pitämässään puheessa Ranskan presidentti Macron peräsi komissiolta ja teollisuuskomissaari

Bretonilta tehokkaita toimia Ranskan teollisuuden alasajon pysäyttämiseksi. Macron korosti, että teollisuus on talouden perusta, ja muut talousaktiviteetit nojaavat teollisuuden kilpailukykyyn. Hän korosti myös, että ilmastonmuutoksen torjunnan onnistuminen edellyttää vahvan teollisuuden olemassaoloa. Macronin mukaan Ranskan ei tulisi olla riippuvainen USA:n teollisuudesta. Macronin teesit teollisuuden kilpailukyvyyn palauttamiseksi olivat liiallisen säätelyn purkaminen, energia- ja osaamisinvestointien lisääminen sekä investoinnit strategisille toimialoille kuten akkuteollisuus, tekoöly ja elektroniikkateollisuus. Hänen mukaansa viime vuosikymmenien teollisuuspolitiikka on merkinnyt teollisuudesta luopumista, joka ei edesauta yhteiskuntamme hyvinvointia. Macron ehdottaa ratkaisuksi EU:n säätelyn keskeyttämistä vuoteen 2030 asti, jotta jo päätetyt säätelymuutokset saadaan toteutetuksi ja teollisuuden kilpailukyky rakennetuksi uudelleen.

Eikä Macron ole yksin. Euroopan komission puheenjohtaja Ursula von der Leyen ja Euroopan parlamentin suurimman puolueen Euroopan kansanpuolueen johtaja Manfred Weber totesivat kannattavansa Macronin esittämää säätelytaukoa, jotta teollisuus pystyy sopeutumaan istuvan komission tuottamaan valtavaan määrään uutta säätelyä.

Säätelytaun kannattajiin liittyi myös Belgian pääministeri Alexander De Croo, jonka mukaan nyt on aika tehdä valintoja sen suhteen, halutaanko edelleen luoda lisää lainsäädäntöä teollisuudelle, joka on ratkaisevan tärkeä energiasiirtymän toteuttamisessa. Ylikuormittamalla ihmisiä säännöillä ja määräyksillä uhkaamme menettää yleisön tuen vihreälle siirtymälle.

Flanderin osavaltiosta kotoisin oleva maatalousministeri Jo Brouns toteaa maatalouden ja maankäytön säätelyn osalta, että tavoitteet ovat jo erittäin kunnianhimoisia, ja ne on asetettu ylätasolta ottamatta huomioon paikallisia realiteetteja.

Belgia tulee olemaan EU:n puheenjohtajavaltio vuoden 2024 alusta, joten sen näkemyksillä tässäkin asiassa tulee olemaan kasvava merkitys vuoden 2024 EU:n parlamenttivaaleihin valmistauduttaessa ja uuden komission ohjelmaa kirjoitettaessa.

Yllä esitettyjen EU-johtajien selkeiden puheenvuorojen valossa lienee selvää, että EU:n säätelytaakan vähentäminen tulee olemaan EU-vaalien ja uuden komission yksi pääteemoista. Suomen kannalta tämä voi olla joko hyvä tai huono asia, riippuen siitä minkälaisen sisällön tämä nyt avattu ”regulatory holiday” saa. ▲

# HUIPPULAADUKKAAT ESCO® KYNSIJÄRJESTELMÄT JA KULUTUSOSAT

ESCO tuotteet on suunniteltu lisäämään turvallisuutta ja ne on valmistettu seoksista, joilla saavutetaan maksimituottavuus ja -käyttöaste.

# WEIR

## ESCO

Nyt suoraan valmistajalta Tornion varastosta. Lisätietoja saat lähettämällä sähköpostia osoitteeseen

esco.directsalesfinland@mail.weir  
www.esco.weir

## MAXPO

NÄHDÄÄN MAXPOSSA!  
TERVETULOA  
OSASTOLLEMME  
A174



# Kiertotalous muuttaa jätteet raaka-aineiksi

**Kiertotalouteen perustuvien innovaatioiden yleistymisen on kaivosalalle kasvava mahdollisuus, koska ala synnyttää paljon sivuvirtoja.**

Kaivokset ja niiden tuotteita jalostavat yhtiöt ovat hyödyntäneet kiertotalouden ratkaisuja jo vuosikymmeniä. Kiertotalous onkin mineraalialan DNA:ssa, koska metalleja voi kierrättää loputtomasti, ja arvokkaiden metallien kierrättämiseen on merkittävä taloudellinen motivaatio.

Viime vuosina kiertotalous on noussut muodikkaaksi ilmiöksi koko yhteiskunnassa. Hyvä niin, sillä sitä kautta syntyy uutta ajattelua, uusia rakenteita, innovaatioita ja uusia toimijoita.

Kiertotalous on kaivosalalle erityisen suuri mahdollisuus siksi, että ala tuottaa paljon sivuvirtoja. Tilastokeskuksen mukaan kaivostoiminta ja louhinta tuottavat tonneissa mitattuna 75 prosenttia Suomen 116 miljoonan tonnin jätekuormasta.

Kaivostoiminnassa syntyy tuotannon ohessa suuri määrä hyödyntämätöntä kiveä, joka voi olla raaka-aine toiselle toimijalle. Käyttämättä voi jäädä myös mineraaleja ja arvokasta energiaa.

Näitä haasteita ratkomaan on syntynyt viime vuosina useita yrityksiä. Yritykset ovat tuottaneet innovatiivisia ratkaisuja, joiden avulla mineraaleja voi erotella esimerkiksi vedestä tai kuonasta. Yritysten lisäksi uusia ratkaisuja kehitetään yliopistoissa ja erilaisissa verkostoissa.

Maailma ei ole kuitenkaan valmis. Kiertotaloudessa on edelleen monia haasteita ratkottavana.

- Sivukiviä syntyy paljon harvaan asutulle seudulle etenkin Pohjois-Suomessa. Rakentaminen puolestaan on keskittynyt eteläiseen Suomeen. Raskaita kiviä ei kannata kuljettaa satoja kilometrejä.

- Innovaattoreiksi kaivattaisiin lisää pieniä yrityksiä.
- Uusien ratkaisujen ja liiketoimintamallien kehittäminen on kallista. Siksi yhä useamman pääomasijoittajan soisi kääntävänsä katseensa alan kehitystyötä tekeviin yrityksiin.
- Myös tutkimustietoa tarvitaan lisää, vaikka alan tutkimus onkin Suomessa erinomaista.

Uudet kiertotalouden ratkaisut ovat mahdollisuus sekä taloudelle että ympäristölle. Uusia ratkaisuja tarvitaan myös siksi, että mineraalien kysyntä kasvaa hurjalla vauhdilla vihreän siirtymän vuoksi.

Samaan aikaan mineraalien hankintaketjuissa on yhä enemmän epävarmuutta, koska geopolitiiset jännitteet uhkaavat jakaa maailman vaarallisella tavalla. Siksi kiertotalouden kehittäminen on tärkeä askel myös Euroopan komission kriittisten raaka-aineiden aloitteessa. Tätä myös Kaivosteollisuus ry kuulutti omissa vaalitavoitteissaan. Komission listalla oli myös toinen erittäin tärkeä yhteinen tavoite: lupamenetelyiden nopeuttaminen. ▲

**PEKKA SUOMELA**  
TOIMINNANJOHTAJA  
KAIVOSTEOLLISUUS RY



## Tervehdys kaivosteollisuuden uudelta lisävahvistukselta!

Aloitin toukokuun alussa Kaivosteollisuus ry:n vastuullisuus- ja viestintäasiantuntijana. Tehtäviini kuuluu monipuolisesti alan vastuullisuuden ja viestinnän kehittäminen. Ensimmäisen kuukauteni aikana olen saanut syventyä kaivosalaan ja erityisesti kestävä kehityksen edistämiseen alalla. Taustaltani olen valtiotieteilijä ja minulla on ollut onni päästä tekemään erittäin mielenkiintoisia ja vaihtelevia tehtäviä, joiden kautta olen syventynyt erilaisiin edunvalvontatehtäviin, vastuullisuuteen ja viestintään erikoistuen. Nykyisessä tehtävässäni kaikki erityisosaamiseni teemat nivoutuvat hienosti yhteen.

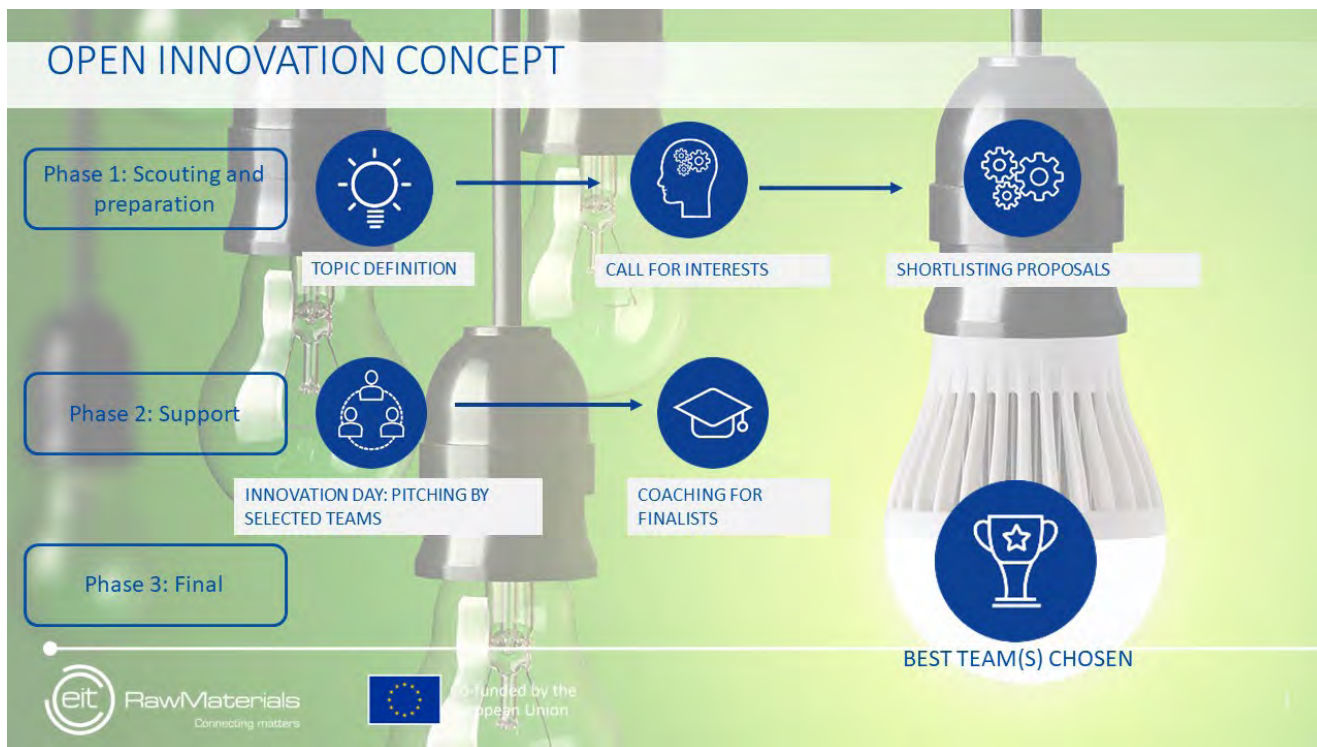
Koen, että monipuolinen työkokemukseni auttaa ymmärtämään asioita monesta eri näkökulmasta sekä viestimään vaikeistakin toimialakohtaisista teemoista laajemmalle yleisölle. Työssäni minulle on tärkeää kansainvälisyys ja mahdollisuus kehittää itseäni ja osaamistani uusien aiheiden parissa.

Kaivosteollisuuden viestinnässä koen tärkeänä tuoda esiin alan mahdollisuuksia. Edunvalvontatyötä tehtäessä tarvitaan konkretiaa ja ratkaisuehdotuksia, ei vain ongelmien esiin nostamista.

Alan mahdollisuuksiin kuuluvat EU:n uudet suunnitelmat raaka-aineomavaraisuuteen liittyen, alan teknologinen kehitys ja erityisesti kiertotalousratkaisujen edistäminen. Jotta näihin mahdollisuuksiin voitaisiin tarttua, tarvitaan lisää osaamista ja työvoimaa. Alan vetovoimaisuus tulevaisuuden osaajien keskuudessa on kriittinen kysymys koko arvoketjulle, ja siksi olemmekin tehostamassa viestintätöiämme juuri nuorten suuntaan. ▲

**LINDA SMIDS**  
VASTUULLISUUS- JA  
VIESTINTÄASiantuntija,  
KAIVOSTEOLLISUUS RY





Avoimen innovaatiokilpailun konsepti

## Open Innovation – Ideoiden jakamisesta lisää tuottavuutta

Yritysten tuotekehitys on tarkoin varjeltua toimintaa, ja uusista ideoista ja innovaatioista tietää vain ani harva ennen kuin tuote tai palvelu on valmis. Monelle yhtiölle avoimuus tuotekehitysasioissa on asia, jota kaihdetaan, koska pelko osaamisen tai ideoiden vuotamisesta ulos liian aikaisin on niin suuri. Samalla kuitenkin moni hyvä idea jää syntymättä, kun innovaattoreiden joukko pidetään pienenä ja tarkkaan rajattuna. Avoin innovaatio (open innovation) haastaa tätä perinteistä toimintamallia ulottamalla tutkimuksen ja tuotekehityksen koskemaan muitakin kuin pelkästään tuotekehitystiimiä ja tuomalla laajan joukon toimijoita ideoimaan ja ratkaisemaan ongelmia. Tuotekehitystyöhön voidaan myös ottaa mukaan kokonaan organisaation ulkopuolisia toimijoita.

Keskustelin hiljattain Feasib Oy:n Arja Sarpolan kanssa. Hänen mukaansa usein pienyrityksiltä kyllä pyydetään apua ongelmien ratkaisuun esimerkiksi keskustelutilaisuuksissa ja hackathoneissa. Riskinä tällöin on, että pienyrityksiltä viedään parhaat ideat

omaan laboratorioon jalostettavaksi ja pienyritys jää nuolemaan näppejään. Avoimessa innovaatioissa tai avoimessa innovoinnissa tällainen tilanne vältetään, koska tarkoituksena on kaikkien mukana olevien hyötyminen. Suuryritys ottaa idean keksijät mukaan tuotekehitykseen, ja ideoiden käytöstä ja jopa kehittämisestä maksetaan asianmukaisesti. Yritykselle on halvempaa ja kannattavampaa teettää työ niillä, jotka tietävät asiasta jo valmiiksi kuin ryhtyä rekrytoimaan uusia asiantuntijoita.

Kun avointa innovointia lähdetään tekemään ulkopuolisten tahojen kanssa, on tärkeää muistaa sopia jo varhaisessa vaiheessa IP-oikeuksien jakaantumisesta ja rajaamisesta. Kolmannen osapuolen mukanaolo voi helpottaa siilojen purkamisessa ja rakentavan yhteistyön kehittämisessä yritysten välillä. Olemme viimeisten kolmen vuoden aikana olleet mukana useassa innovaatiokilpailussa fasilitaattorina, ja kokemukset ovat olleet hyviä niin isäntäyrityksen kuin osallistuneiden start-upienkin piirissä.

Erilaisia innovaatiokilpailuja ja hackathoneja on järjestetty jo 1990-luvulta saakka. Alussa avoin innovaatio oli suosittua ohjelmistokehittäjien parissa, kun uusia ohjelmistoja alettiin kehittää avoimen lähdekoodin pohjalle. Varsinaisen termin ”Open Innovation” lanseerasi professori Henry Chesbrough vuonna 2003, ja tällä tarkoitetaan nimenomaan ”avoimen lähdekoodin” tuotekehitystä eli sitä, että yritys käyttää ulkoisia resursseja innovointiin ja tuotekehitykseen. Konsepti on jo jalkautunut ohjelmistokehityksestä muillekin teollisuuden aloille, ja koronapandemia vain lisäsi sen käyttöä tuotekehityksessä, kun terveydenhuollon piti nopeasti saada kehitetyksi tehokkaampaa ilmanvaihtoa, nopeita tapoja saada rokotteita ja kunnollisia hengityssuojaimia.

Hyvänä esimerkkinä on autovalmistaja Scania ja Karoliinisen instituutin yhteistyö, jossa Scania alkoi muuttaa rekkvoja liikkuviksi testausasemiksi ja lainasi 20 osto- ja logistiikka-alan erityisosaajaa Karoliiniselle Instituutille kehittämään tehokasta suojava-

rusteiden jakelujärjestelmää. Avoimelle innovoinnille on ominaista se, että yhteistyötahoja voi löytyä yllättäviltäkin tahoilta. Jotta tämä voisi toteutua, täytyy yritysten olla valmiita avaamaan ovensa ulkopuolisille, jotka katsovat asioita hieman eri vinkkelistä.

Avointa innovointia voidaan tehdä joko yhtiön sisällä tai mukaan voidaan kutsua tai houkutella ulkopuolisia tahoja, kuten yrityksiä, joilla saattaa käsillä olevaan ongelmaan olla jo ratkaisu tai ainakin ajatus siitä, kuinka ongelma ratkaistaan. EIT RawMaterials on järjestänyt eri toimijoiden kanssa sekä avoimia että suljettuja innovaatiokilpailuja, joiden kautta isompi veturiyritys, kuten kaivosyhtiö tai laitevalmistaja, on saanut ratkaistuksi sellaisia ongelmia, joita ei välttämättä olisi omin voimin pystytty ratkaisemaan joko resurssien tai osaamisen puutteen vuoksi. Kilpailuihin osallistuneet startupit tai PK-yritykset puolestaan ovat saaneet hyvän referenssin ja päässeet testaamaan omaa ratkaisuaan oikeassa teollisessa ympäristössä yhteistyössä toimijan kanssa.

### EIT RawMaterialsin Open Innovation Challenge on konsepti, jossa on kolme vaihetta:

Ensimmäisessä vaiheessa selvitetään veturiyrityksen tarpeet ja määritellään ne haasteet, joihin lähdetään hakemaan ratkaisua. EIT RawMaterials avaa kilpailun ja ottaa vastaan hakemukset, joista parhaat välitetään veturiyrityksen arvioitaviksi. Semifinaalisissa kutsutaan 10-15 kilpailijaa pitämään ratkaisunsa. Näistä edelleen valitaan sitten finalistit, jotka pääsevät testaamaan ja kehittämään ratkaisuaan asiakkaan kanssa niin, että se voidaan implementoida asiak-

kaan prosesseihin. Kolmas vaihe eli finaali tarkoittaa voittajan valintaa. Palkintona on usein rahapalkinto sekä yhteistyösopimus isäntäyrityksen kanssa.

Eramet on ranskalainen kaivosyhtiö, jonka kanssa EIT RawMaterials on tehnyt tähän mennessä kolme innovaatiokilpailua. Ensimmäinen liittyi vastuulliseen kaivostoimintaan, ja siinä oli viisi eri aihealuetta: kestävä malminetsintä, vesien hallinta kaivosympäristössä, kaukaisten malminetsintä- ja kaivosalueiden turvallisuus ja seuranta, kaivosalueen palauttaminen luonnontilaan ja biodiversiteetti sekä raaka-aineiden jäljitettävyys. Kilpailun osallistui useita eri kokoisia yrityksiä, ja voittajaksi valikoitui BindX, joka tekee biopohjaisia pölyntorjuntaratkaisuja. Myös kaksi muuta finalistia ovat sittemmin tehneet Erametin kanssa yhteistyötä. Toinen Eramet Open Innovation Challenge oli nimeltään ”Safety First”, ja siinä etsittiin uusia innovatiivisia ratkaisuja niin ihmisten kuin koneidenkin työturvallisuuden parantamiseen. Kilpailun voitti Unusuals- niminen startup yritys, jonka AI- ratkaisu parantaa raide- ja tieturvallisuutta.

Oikea-aikaisesta ja oikein määritellystä avoimesta innovoinnista on tutkitusti hyötyä niin yrityksen kassavirtojen kuin työhyvinvoinninkin kannalta. Uudet ideat ja ratkaisut saattavat parhaimmillaan johtaa kustannustehokkaampiin prosesseihin varsinkin silloin, kun työntekijät kokevat tulevansa kuulluiksi uusien ideoidensa kanssa. Lisäksi kaikkien osapuolten ongelmanratkaisutaidot ja yhteisöllisyys paranevat. Kun mukana on kokonaan ulkopuolinen taho, myös neuvottelutaidot kehittyvät, koska on ikään kuin pakko saada kaksi erilaista työskentelykulttuuria

toimimaan saumattomasti yhteen ja yhteisen päämäärän eteen. Molemmat osapuolet voivat oppia toisiltaan uusia toimintamalleja ja tehokkaampia tapoja työskennellä.

Edellä esitetty Open innovation Challenge Concept kuuluu EIT RawMaterialsin jatkuvasti kehittyvään ja laajenevaan palveluportfolioon. Palveluiden avulla EIT RawMaterials mahdollistaa toiminnan jatkumisen nykyisen kaltaisena myös EU-rahoituskauden jälkeen. ▲

Kirjoittaja on koulutukseltaan geologi ja työskentelee EIT Raw Materialsissa Business Development Managerina. Lisäksi hän on Women in Mining Suomi ry:n puheenjohtaja.



TEKSTI: HANNA JUNTILA



# 14<sup>th</sup> FENNOSCANDIAN EXPLORATION AND MINING

31 October - 2 November 2023 • Levi • Lapland • Finland  
Event Centre Levi Summit • femconference.fi

# Alkuaine vanadiinin sähköiset seikkailut

## Osa 6: Alkuaine vanadiinin sähköiset ominaisuudet

Käytyään läpi monimutkaisen puhdistautumisriitin alkuaine vanadiini oli päässyt viimeinkin eroon sen matkaan teräksen valmistusprosessissa tarttuneista epäpuhtauksista. Olipa niiden kanssa saanut muhiakin vuosikymmeniä tehtaan kuonakasassa.

Nyt alkuaine vanadiini oli enää liitossa sen mukana melkein aina kulkeneen hapen kanssa, jonka se olikin oppinut tuntemaan hyvänä ja luotettavana kaverinaan. Kahdesta vanadiiniatomista ja viidestä happiatomista koostuvissa ryppäissä alkuaine vanadiini tunsu olonsa kotoisaksi ja pohti laiskahkosti tulevaisuuttaan.

Se oli kuonakasalta alkaneen matkansa aikana kuullut huhuja, joiden mukaan vanadiinille olisi löytynyt käyttöä sen erikoisten sähköisten ominaisuuksien perusteella. Näistä alkuaine vanadiini ei ollut aikaisemmin liiemmästi huudellutkaan. Siksi vanadiinin käyttö oli aiemmin keskittynyt terästeollisuuteen, lasi- ja keramiikkateollisuuteen ja jossain määrin katalyyttiyhdisteinä kemian teollisuuteen. Myös lääketeollisuudessa oli jonkin verran käyttö vanadiinille. Jokohan nyt olisi sähkön ja sen käytön vuoro?

Tätä silmällä pitäen alkuaine vanadiini alkoi laatia mielessään laatia listaa sähköisistä ominaisuuksistaan osatakseen niitä oikein esitellä sopivan tilaisuuden tullessa. Sitä varten alkuaine vanadiinin piti ensin opetella kuvaamaan oma atomirakenteensa, koska sähköiset erityisominaisuudet olivat sieltä peräisin.



Atomin ydin koostui kahdesta alkeishiukkaslajista: sähköisesti positiivisesti varautuneista protoneista ja varaukseltaan neutraaleista neutroneista. Kumpiakin oli ytimessä yhtä monta eli 23 kappaletta, ja atomin paino muodostui pääosin niistä. Protonien positiivisten varauksen vuoksi koko atomiydin oli sähköisesti positiivinen.

Ytimen ympärillä kieppuivat elektronit, nuo lähes painottomat pörriäiset, jotka olivat sähköisesti negatiivisesti varautuneita. Ne kiersivät ytimen ympärillä omilla radoillaan samaan tapaan

kuin maapallo kiertää aurinkoa tai kuu maata. Jakautuminen eri kiertoradoille riippui yksittäisen elektronin energisyydestä ja innostuneisuuden asteesta.

Elektronin negatiivinen varaus oli yhtä suuri kuin yksittäisen protonin positiivinen varaus. Koska elektroneja oli yhtä monta kuin protoneja ytimessä, oli atomi ulkoapäin katsottuna sähköisesti neutraali.

Ytimen muodostavat protonit ja neutronit olivat sitoutuneet tiiviisti kiinni toisiinsa ja siksi ytimen hajottaminen oli äärimmäisen vaikeaa. Alkuaine vanadiini oli kuullut, että ytimen hajottamisella saattoi joissakin tapauksissa olla katastrofaalisia seurauksia. Sen sijaan ytimen ympärillä kieppuvat elektronit olivat vapaamielisempiä ja helpommin irrotettavissa alkupe räisestä atomistaan ilman vakavampia seurauksia.

Itse asiassa erilaiset atomit käyttivät uloimmilla kiertoradoillaan kiertäviä elektroneja vaihtotavarana sitoutuessaan



"Erilaisista atomeista voi muodostua monenlaisia aineita: metalleja, muoveja, vettä, kiveä, puuta; melkeinpä mitä vaan."

SOFI PERIKANGAS SOFIISTUDIO.COM

toisiinsa erilaisten aineiden muodostuessa. Yksittäinen atomi saattoi antaa yhden tai kaksi elektroniaan naapurilleen, jolloin naapurista tuli negatiivisesti varattu ylimääräisten elektroniensa vuoksi. Vastavasti elektroneja luovuttaneesta atomista tuli positiivisesti varattu, kun siinä nyt oli enemmän protoneja kuin elektroneja.

Erimerkkiset sähköiset varaukset liittivät kaksi atomia kiinteästi toisiinsa. Kun monen monta atomia liittyi tällä tavalla toisiinsa, syntyi kahdesta atomilajista uusi aine. Atomit voivat myös jakaa ulompien kiertoratojen elektroneja yhteiseen käyttöön kahden atomin välillä tai jopa luovuttaa ne monien atomien yhteiseen käyttöön, jolloin elektronit seikkailivat suhteellisen vapaasti atomien välissä. Tällä tavoin erilaisista atomeista voi muodostua monenlaisia aineita: metalleja, muoveja, vettä, kiveä, puuta; melkeinpä mitä vaan.

Millaiset olivat sitten tätä taustaa vasten ne alkuaine vanadiinin erityiset sähköiset ominaisuudet, joiden käyttöönottoa se niin innokkaasti odotti? Useimmiten atomit käyttivät vain yhtä, kahta tai kolmea uloimman kiertoradan elektronia liittyessään toisiinsa. Alkuaine vanadiinilla oli kuitenkin harvinainen kyky; se saattoi luopua kahdesta, kolmesta, neljästä, jopa viidestä uloimpien kiertoratojen elektronistaan reagoidessaan ympäristön atomien kanssa.

Esimerkiksi kahden vanadiiniatomin ja viiden happiatomin muodostaman ryppään voitiin ajatella syntyvän siten, että kumpikin vanadiiniatomi antoi pois viisi ulointa elektroniaan ja kukin viidestä happiatomista otti niistä vastaan kaksi. Kaikkiaan vaihtokauppaan sisältyi siten ennätysmäärä eli kymmenen elektronia ja vaihtokaupan tuloksena syntyi voimakkaasti yhteen sitoutunut liittymä. Ei ihme, että alkuaine vanadiini tunsii olonsa tuossa atomiryppäässä kotoisaksi.

Alkuaine vanadiini saattoi siten luovuttaa muita yleisimpiä metalleja runsaammin elektroneja ympäristöönsä ja esiintyä vastaavasti itse eri voimakkuusasteiden positiivisesti varattuna yksikkönä. Tämä erityispiirre antoi alkuaine vanadiinille niitä sähköisiä erityisominaisuuksia, joiden käyttöön ottamista se niin innokkaasti nyt odotti.

Alkuaine vanadiini ei kuitenkaan osannut heti kuvitella, miten tuota sähköistä erityiskykyä voitaisiin käyttää hyväksi. Se tiesi, että elektronit toimivat sähkövirran kuljettajina ja siten käyttö voisi jontenkin perustua vanadiinin kykyyn tarjota monia elektroneja virtaa kuljettamaan. Kaikki oli kuitenkin vielä puhdasta arvailua ja alkuaine vanadiini päätti odotella rauhassa, mitä tuleman piti. Emme mekään halua nyt arvailla sen pitemmälle, vaan katsomme, mitä seuraavissa tarinoissa paljastuu. ▲



Knowledge grows

## Ruoantuotannon peruskivet

Yara Siilinjärven kaivoksen puhtaasta apatiittimalmista irrotamme fosforia, joka jatkojalostetaan lannoitteiksi kotimaiseen ruoantuotantoon.

yara.fi @YaraSiilinjärvi

**Avoimet ovet -kiertoajelu** Siilinjärven toimipaikalla la 12.8.2023



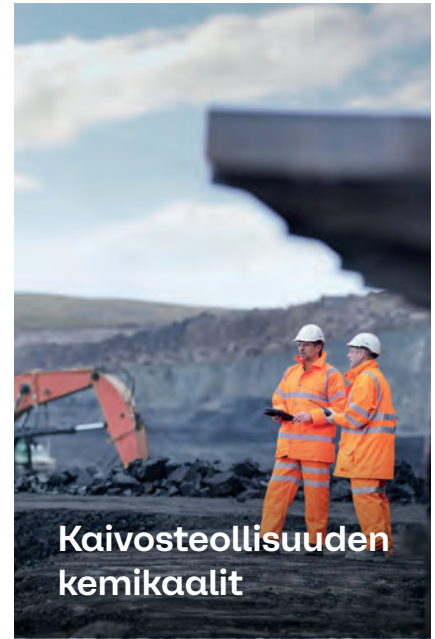
Kesälomakausi on lähtenyt mukavasti porsuttamaan, tosin se ei tunnetusti estä Materian ilmestymistä. Nyt on vielä hyvin aikaa nauttia kesästä ja ottaa rennosti, samalla kuitenkin valmistautuen syksyn tuleviin rientoihin. Haluaisinkin muistuttaa teitä kaikkia kahdesta loppuvuoden merkittävästä tapahtumasta: Maxpo-messut ja FEM-konferenssi.

Maxpo-messut tuo yhteen rakennus- ja kaivosalan asiantuntijat, yritykset ja ammattilaiset. Tämä messutapahtuma tarjoaa ainutlaatuisen tilaisuuden tutustua uusimpiin tuotteisiin, tekniikoihin ja innovaatioihin alalla. Maxpo-messut eivät ainoastaan tarjoa mahdollisuutta verkostoitumiseen ja uusien suhteiden luomiseen, vaan myös mahdollisuuden jakaa tietoa ja oppia kollegoilta ympäri maailmaa. Elo-syyskuun vaihteessa Hyvinkäällä järjestettävät messut ovat loistava tilaisuus päivittää tietosi alan kehityksestä ja pysyä ajan tasalla tulevista trendeistä.

Haluan myös muistuttaa FEM-konferenssista, joka järjestetään loka-marraskuun vaihteessa Levillä. FEM-konferenssi on erityisesti suunnattu kaivos- ja louhinta-alan ammattilaisille. Tämä konferenssi tarjoaa ainutlaatuisen tilaisuuden kuulla huippupuhujia, jotka jakavat tietoaan ja kokemuksiaan alalta. FEM-konferenssi tarjoaa erinomaisen tilaisuuden verkostoitua alan ammattilaisten kanssa ja jakaa parhaita käytäntöjä. Lisäksi konferenssin yhteydessä järjestetään useita ekskursioita lähialueen kaivoksille.

On ilo nähdä, miten sekä Maxpo-messut että FEM-konferenssi tarjoavat meille mahdollisuuden kasvattaa osaamistamme ja laajentaa verkostoaamme. Haluan kannustaa kaikkia osallistumaan aktiivisesti näihin tapahtumiin ja hyödyntämään kaikki mahdollisuudet, joita ne tarjoavat. Toivon, että tuleva Maxpo-messutapahtuma ja FEM-konferenssi tarjoavat antoisia ja inspiroivia kokemuksia. Tehdään yhdessä näistä tapahtumista menestys ja näytetään, miten vahva ja innovatiivinen alamme on.▲

**TED NUORIVAARA**  
PÄÄSIHTEERI



## Kaivosteollisuuden kemikaalit

### B BRENNTAG

Brenntag Nordic Oy kuuluu Brenntag-konserniin, joka on kemikaalijakelun globaali markkinajohtaja. Kaivosteollisuudessa Pohjoismaissa hyödynämme globaalia osaamistamme ja kokemustamme.

#### Päätuotteet

- Aktiivihielet
- Ditiiofosfaatit
- Jauhinkuulat (myös kromiseosteiset)
- Kupari- ja sinkkisulfaatti
- Pölynestoaineet
- Kokooja-, painaja-, vaahdotus-, aktivointi- sekä pH-säätökemikaalit rikastukseen
- Prosessivesien käsittelykemikaalit

#### Palvelut

- Kemikaalitestaukset ja konsultaatio
- Varastointi- ja logistiikkapalvelut

#### Yhteystiedot

Brenntag Nordic Oy  
Mikko Kähäri  
puhelin 040 708 7006  
mikko.kahari@brenntag.fi

[www.brenntag.com](http://www.brenntag.com)

## VUORIMIESYHDISTYKSEN TOIMIHENKILÖITÄ 2023



#### PUHEENJOHTAJA

DI Pentti Vihanto, 050 539 0314  
etunimi.sukunimi@vuorimiesyhdistys.fi

#### VARAPUHEENJOHTAJA

DI Hannele Vuorimies, 040 187 6060  
etunimi.sukunimi@mogroup.com

#### PÄÄSIHTEERI/ Secretary General

TkT Ted Nuorivaara  
Vermonrinne 22 B1, 00370 Helsinki  
050 344 1879  
ted.nuorivaara@vuorimiesyhdistys.fi

#### Vt. WEBMASTER

Otto Kankaanpää 040 555 9260  
etunimi.sukunimi@vuorimiesyhdistys.fi

#### RAHASTONHOITAJA/Treasurer

DI Leena K. Vanhatalo, 050 383 4163  
leena.sukunimi@vuorimiesyhdistys.fi

#### GEOLOGIJAOSTO

FM Jussi Annanolli, pj, 40 484 7860  
jussi.annanolli@angloamerican.com  
FM Anna Alhoke, sihteeri,  
040 649 7706  
etunimi.sukunimi@agnicoeagle.com

#### KAIVOS- JA LOUHINTAJAOSTO

DI Jussi Saavalainen pj, 040 869 0519  
etunimi.sukunimi@forcit.fi  
DI Simo Laitinen, sihteeri,  
050 411 8400  
etunimi.sukunimi@qheat.fi

#### RIKASTUS- JA PROSESSIJAOSTO/

DI Joakim Colpaert, pj, 045 3175 198  
etunimi.sukunimi@mogroup.com  
DI Paula Vehmaanperä, sihteeri,  
050 3511 781  
etunimi.vehmaanpera@gmail.com

#### METALLURGIJAOSTO/

TkT Ville-Valtteri Visuri, pj,  
050 4125 642  
ville-valtteri.visuri@oulu.fi  
TkT Iina Vaajamo, sihteeri,  
050 5363 143  
etunimi.sukunimi@mogroup.com  
<https://vuorimiesyhdistys.fi/yhteystiedot/>

# Uusi paras ystäväsi.



United. Inspired.

SmartROC T25 R on vaikuttavan mukautumiskykyinen ja sillä on poikkeuksellinen peittoalue sekä erinomainen liikkuvuus maastossa. Tämä laite seuraa sinua epätasaiseen maastoon tai ahtaisiin esikaupunkialueisiin, pitäen kuitenkin ympäristöjalanjäljen mahdollisimman pienenä. SmartROC T25 R on uusi paras ystäväsi ja se auttaa sinua saavuttamaan tuloksia vuorosta toiseen.



[epiroc.com](https://www.epiroc.com)



# LINATEX®

# 100

# YEARS STRONG

**MAXPO**

Visit us at MAXPO 2023 - **Stand A174**

It's a big milestone for a piece of rubber. But Linatex® is so much more than that. It's unlike anything else, using a unique 95% natural latex formula that has made Linatex® the strongest rubber in mining for the last century – exactly as nature intended. So, here's to 100 Years Strong, and the next 100 to come.

Learn more at [linatex100.weir](https://linatex100.weir)

Copyright © 2023, Linatex Limited. All rights reserved.



**WEIR**  
Minerals